

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт природных ресурсов  
Направление подготовки Природообустройство и водопользование  
Кафедра Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Оценка устойчивости геологической среды территории микрорайона Зелёные горки (г.Томск)</b>

УДК 624.131.3:528:711.582(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ51	Грифинштейн Т.И.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. ГИГЭ	Бракоренко Н.Н.	к.г.-м.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭПР	Шарф И.В.	к. э. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Т.А.			

По иностранному языку

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИЯПР	Матвеев И.А.	д.фил.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой ГИГЭ	Гусева Н.В.	к.г. – м.н.		

Томск – 2017 г.

## Планируемые результаты обучения в соответствии с требованиями ФГОС ВПО

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
Р1	Использовать <i>фундаментальные</i> математические, естественно-научные, социально-экономические и профессиональные <i>знания в области специализации</i> при осуществлении изысканий и <i>инновационных</i> проектов сооружения и реконструкции объектов	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ПК-1, ПК-2) Критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
Р2	Ставить и решать научно-исследовательские и <i>инновационные</i> задачи инженерных изысканий для проектирования объектов природообустройства и водопользования <i>в условиях неопределенности</i> с использованием <i>глубоких фундаментальных и специальных</i>	Требования ФГОС ВПО (ОК-5, ОК-7, ПК-3, ПК-4, ПК-5) Критерий 5 АИОР (п.1.2), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
Р3	Выполнять <i>инновационные</i> проекты, эксплуатировать объекты природообустройства и водопользования с применением <i>фундаментальных знаний и оригинальных</i> методов для достижения <i>новых</i> результатов, обеспечивающих <i>конкурентные преимущества</i> в условиях <i>жестких</i> экономических, экологических, социальных и других	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ПК-6, ПК-8) Критерий 5 АИОР (п.1.3), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
Р4	<i>Разрабатывать</i> на основе <i>глубоких и принципиальных</i> знаний программы мониторинга объектов природообустройства и водопользования, мероприятия по снижению негативных последствий антропогенной деятельности в условиях <i>жестких</i> экономических, экологических, социальных и	Требования ФГОС ВПО (ОК-5, ОК-7, ПК-7) Критерий 5 АИОР (п.1.5), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
Р5	Планировать, организовывать и выполнять <i>исследования</i> антропогенного воздействия на компоненты природной среды, включая <i>критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности</i> с помощью <i>глубоких и принципиальных</i> знаний и	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ОК-5, ОК-7, ПК-9, ПК-10) Критерий 5 АИОР (п.1.4), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
Р6	Профессионально выбирать и использовать <i>инновационные</i> методы исследований, современное научное и техническое оборудование, программные средства для решения научно-исследовательских задач с учетом юридических аспектов защиты	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ПК-11, ПК-12, ПК-13) Критерий 5 АИОР (п.1.4, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Универсальные компетенции</i>		
P7	Использовать <i>глубокие знания</i> в области проектного <i>менеджмента</i> , находить и принимать управленческие решения с соблюдением профессиональной этики и норм ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов в области природообустройства, водопользования и охраны природной среды	Требования ФГОС ВПО (ОК-6, ОК-7, ПК-1, ПК-7) Критерий 5 АИОР (п.2.1, 2.4) согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P8	<i>Активно владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, включая разработку документации и презентацию результатов проектной и <i>инновационной</i> деятельности.	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-3, ОК-4). Критерий 5 АИОР (п.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве <i>руководителя группы</i> , в том числе и <i>международной</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать <i>ответственность за работу коллектива</i> , готовность следовать профессиональной этике и нормам, <i>корпоративной культуре</i> организации	Требования ФГОС ВПО (ОК-4, ОК-5, ОК-6, ОК-7, ПК-1) Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов Е^К-АСЕ и РЕА№
P10	Демонстрировать <i>глубокое знание</i> правовых, социальных, экологических и культурных аспектов <i>инновационной</i> инженерной деятельности, <i>осведомленность</i> в вопросах безопасности жизнедеятельности, быть <i>компетентным</i> в вопросах <i>устойчивого</i>	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ОК-5, ПК-12). Критерий 5 АИОР (пп. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P11	<i>Самостоятельно</i> приобретать с помощью новых информационных технологий <i>знания и умения</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ПК-3), Критерий 5 АИОР (пп. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) Природообустройство и водопользование  
 Кафедра Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой  
 \_\_\_\_\_ Гусева Н.В.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации
--------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ51	Грифинштейн Т.И.

Тема работы:

<b>Оценка устойчивости геологической среды территории микрорайона Зелёные горки (г.Томск)</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	24.03.2016 №2321/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	1.06.2017г.
--	-------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Фактический фондовый материал изысканий организации «ПАО ТомскТИСИз», опубликованная литература, нормативные документы.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	В общей части привести сведения о районе исследования, рассмотреть природные условия г.Томска, климат, геологические, гидрогеологические условия. Рассмотреть инженерно-геологические условия микрорайона Зелёные горки, оценить устойчивость геологической среды. Рассчитать коэффициент устойчивости склона методом криволинейной поверхности скольжения. Кроме того, определить

	величину осадки сооружений.
<b>Перечень графического материала</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Схема расположения микрорайона Зелёные горки</li> <li>2. Схема расположения скважин (микрорайон Зелёные горки), 2017г.</li> <li>3. Схематическая карта четвертичных отложений г.Томска</li> <li>4. Карта инженерно-геологических условий микрорайона Зелёные горки</li> <li>5. Инженерно-геологические разрезы</li> <li>6. Расчёт величины осадки</li> <li>7. Расчёт коэффициента устойчивости склона</li> </ol>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Задорожная Т.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шарф И.В.

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. ГИГЭ	Бракоренко Н.Н.	К.Г.-М.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ51	Грифинштейн Т.И.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ВМ51	Грифинштейн Татьяна Ивановна

<b>Институт</b>	<b>Природных ресурсов</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	Инженерные изыскания в области природообустройства

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Расчет стоимости полевых, лабораторных и камеральных работ при проведении инженерно-геологических изысканий для разработки проекта строительства 10этажного здания по адресу г.Томск, Нарановича 13</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- ССН-92, Вып.1, Вып.7 - Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы - СНОР-93, Вып.1 - СБЦ -99
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Налоговый кодекс РФ, ФЗ-213 от 24.07.2009 в редакции от 09.03.2016г. № 55-ФЗ
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>Свод видов и объемов работ на инженерно-геологические изыскания</i>
2. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	1. <i>Расчет затрат при проведении полевых и камеральных работ и лабораторных исследований.</i> 2. <i>Расчет затрат на оплату труда основных исполнителей работ</i> 3. <i>Расчет отчислений на социальные нужды</i>
3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Оценка эффективности использования данных инженерно-геологических изысканий для разработки проекта строительства 10этажного здания по адресу г.Томск, Нарановича,13</i>
<b>Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
1. <i>Диаграммы о соотношении видов затрат инженерно-геологических и инженерно-геодезических изысканий</i>	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	10.04.2017
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент каф. ЭПР	Шарф И.В.	К. э. н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ВМ51	Грифинштейн Т.И.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ВМ51	Грифинштейн Татьяне Ивановне

<b>Институт</b>	<b>Природных ресурсов</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	Инженерные изыскания в области природообустройства

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Исследуемый участок расположен в Томской области, г. Томск на улице Нарановича, 13. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: - вредных проявлений факторов производственной среды - опасных проявлений факторов производственной среды - негативного воздействия на окружающую природную среду - чрезвычайных ситуаций</i>
--	--

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>- действие фактора на организм человека;</li> <li>- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>- предлагаемые средства защиты;</li> <li>- (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>	<p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе</li> <li>2.Повышенные уровни шума и вибрации</li> <li>3.Отклонение показателей микроклимата в помещении</li> <li>4.Недостаточная освещенность рабочей зоны</li> <li>5. Повышенные уровни электромагнитных и ионизирующих излучений</li> <li>6.Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны</li> <li>7.Превышение уровней шума</li> <li>8.Монотонность труда и умственное перенапряжение</li> </ol> <p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования</li> <li>2.Поражение электрическим током</li> <li>3.Статическое электричество;</li> </ol>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- защита селитебной зоны</li> <li>- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> </ul>	<p>Вредное воздействие на почву, грунты и атмосферный воздух</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p>Возможные ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пожарная и взрывная опасность;</li> </ul> <p>Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Специальные правовые нормы трудового законодательства (на основе инструкции по охране труда при производстве инженерно-геологических изысканий).</p>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	5.04.2017
---	-----------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Задорожная Т.А.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ51	Грифинштейн Т.И.		

Оглавление	
РЕФЕРАТ.....	11
ВВЕДЕНИЕ.....	12
1.Состояние изученности проблемы исследований.....	14
2.Методика исследований.....	21
4.Инженерно-геологические условия микрорайона «Зелёные горки»....	23
4.1Геоморфология.....	23
4.2 Геологическое строение.....	23
4.3 Гидрогеологические условия.....	29
4.4 Неблагоприятные инженерно – геологические процессы на территории строительства.....	30
5.Оценка устойчивости геологической среды микрорайона «Зелёные горки».....	32
6. Рекомендации .....	43
7.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	45
7.1 Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания.....	47
7.2 Расчет сметной стоимости проектируемых работ.....	54
7.3 Структура затрат.....	58
8.Социальная ответственность.....	60
8.1 Профессиональная социальная безопасность.....	60
8.2 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	61
8.3 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	72
8.4 Экологическая безопасность.....	76
8.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	78
8.6 Правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности.....	81

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	85
Список литературы.....	86
Приложение А .....	93
Приложение Б	
Приложение В	
Приложение Г	
Приложение Д	
Приложение Е	
Приложение Ж	
Приложение З	

## РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация включает в себя 156 страниц, 25 рисунков, 42 таблицы, 72 источника, 7 листов графического материала.

Ключевые слова: устойчивость геологической среды, инженерно-геологические условия, коэффициент устойчивости, грунтовые толщи, осадка.

В магистерской диссертации оценивается устойчивость микрорайона Зелёные горки г.Томска. При составлении проекта был использован фондовый материал ПАО «ТомскТИСИЗ».

В первой главе рассмотрены подходы к состоянию изученности проблемы исследований.

Во второй главе изложена методика исследований.

В третьей главе описаны физико-географические, геологические и гидрогеологические условия города Томска и состояние изученности проблемы исследований.

В четвёртой и пятой главах приведены инженерно-геологические условия микрорайона Зелёные горки г.Томска, даётся оценка устойчивости геологической среды. Кроме того в шестой главе приведены дальнейшие рекомендации при планировании и проектировании.

Текст магистерской диссертации выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 2010, рисунки и графические приложения выполнены в программе AutoCAD 2013, при построении таблиц использован офисный пакет Microsoft Excel 2010.

## ВВЕДЕНИЕ

Магистерская диссертация представляет собой оценку устойчивости микрорайона Зелёные горки г.Томска (микрорайон №9 «Восточный»).

Основной целью исследований является разработка подходов и методов комплексной оценки и прогнозирования устойчивости геологической среды территорий микрорайона для планирования и проектирования строительства.

Для достижения цель решались следующие задачи:

- сбор и анализ информации об инженерно-геологических условиях исследуемой территории;
- обзор существующих исследований подходов к оценке устойчивости геологической среды;
- анализ факторов, определяющих устойчивость геологической среды на изучаемой территории;
- оценка устойчивости геологической среды микрорайона Зелёные горки;
- картографические построения.

Объектом исследования является геологическая среда микрорайона Зелёные горки.

В административном отношении территория исследования (рис 1.) [72] расположена в северо-восточной части города Томска, в Октябрьском районе (схема расположения микрорайона представлена в приложении Б).



Рисунок 1 - Объект исследования микрорайон Зелёные горки [72]

Микрорайон входит в крупнейший комплекс проектируемых и строящихся жилых микрорайонов в Октябрьском районе города Томска, под названием Солнечная долина. На территории предполагается строительство 9 микрорайонов, в числе которых «Подсолнухи», «микрорайон №5», «Заречный» (микрорайон №7), также создание всей транспортной, коммунальной, дорожной и социальной инфраструктуры. Строительство жилого комплекса Зелёные горки ведётся с 2008 года, окончание запланировано на 2018 год.

## 1. Состояние изученности проблемы исследований

В настоящее время существуют различные определения и трактовки понятия «устойчивость» по отношению как к природным, так и природно-техническим системам— предмет длительной дискуссии среди географов. В работах М. А. Глазовской, В. С. Преображенского, А. Ю. Ретеюма, А. В. Дончевой и других исследователей основное внимание уделено именно природной среде, ее способности восстанавливать нарушенные свойства и функции или нейтрализовать привнесенные элементы-загрязнители [2].

А.А. Чибилёв [35] полагает что устойчивостью является способность ландшафта к восстановлению и саморегуляции после оказанного на них воздействия.

Б.И. Кочуров [14] даёт определение потенциалу устойчивости ландшафта как возможность сохранять структуру населения, также его функционирование или восстановление после антропогенного вмешательства.

По утверждению Н.Ф. Ремерса [27], устойчивость экосистемы – это ее способность при воздействии различных факторов среды сохранять функциональные особенности. Автор полагает что, если знать пределы устойчивости систем, то можно основываясь на этих значениях устанавливать максимальные нагрузки на их первоначальное состояние, с учётом возможности их восстановления.

А.Д. Арманд [11] полагает что следует выделять два вида устойчивости геологической среды. Согласно первому определению устойчивость – это стабильность во времени и пространстве независимо от внешних и внутренних причин. Полагается что, система не реагирует на воздействия, проявляя таким образом свою стабильность.

Второй вид устойчивости геологической среды характеризуется способностью системы противостоять внутренним и внешним воздействиям, при этом сохраняется равновесие системы, и её гомеостатическое состояние.

Согласно определению М.Д. Гроздинского (1987) [11], устойчивость геосистемы состоит в способности при воздействии на неё каких-либо факторов пребывать в одном из своих состояний и возвращаться в него за счёт инертности и восстанавливаемости, при этом переходить из одного состояния в другое за счёт своей пластичности.

Т.И. Аверкина, А.С. Герасимова [1] устойчивость системы «геологическая среда – внешнее воздействие», определяют на основании таких характеристик, которые могут классифицировать её как качественно своеобразную типологическую единицу: существенные для оценки устойчивости критерии; выделение существенных элементов, связей и отношений системы. Как полагают авторы, данный подход даёт возможность определения диапазона состояний системы, в которых она может оставаться устойчивой, также установлены для неё предельно допустимые нагрузки.

По мнению М.Д. Гроздинского [3] невозможно дать оценку устойчивости геологической среды по одному показателю, так как он является мало информативным. Более эффективным считается подход к разработке комплексных показателей, характеризующих отдельные её формы и более частные свойства.

Зависимость устойчивости от интенсивности воздействующего фактора, по мнению М.Д. Гроздинского [3], определяет дифференцированное обоснование норм антропогенной нагрузки для поддержания устойчивости системы, так как при незначительной нагрузке устойчивость геосистемы характеризуется её инертностью, при увеличении нагрузки – восстанавливаемостью, а затем пластичностью системы.

При оценивании техногенного воздействия на геологическую среду используются количественные показатели, способные показать интенсивность воздействий, а также значения изменения в результате оказанного воздействия на геологическую среду.

Согласно Г.А. Голодовской и Ю.Б. Елисеевой устойчивость можно рассмотреть в трёх разных случаях:

1) Устойчивость рассматривается относительно одного вида воздействия на систему: примером служит механическая устойчивость массива по отношению к механическому воздействию. В следствии чего, большое количество видов устойчивости, в связи с достаточно большим количеством видов воздействия.

2) Устойчивость среды не зависит от внешнего воздействия, так как является изначальным. Показателем данного утверждения является геологическое строение территории, также особенности взаимосвязи водоносных комплексов, которые и определяют устойчивость к химическому загрязнению.

3) Устойчивость рассматривается согласно каждому компоненту, т.к. каждый компонент геологической среды подвержен какому-либо техногенному воздействию и изменению.

Таким образом, определение устойчивости заключается в неопределённости значения незначительных допустимых изменений состояния системы – ПДУ [11]. Величина ПДУ определяется различными критериями. Так для каждого вида воздействия на геологическую среду устойчивость к данному техногенному воздействию определяется критическими величинами воздействий. Превышение критических отметок данных величин приводит к разрушению системы или возможно к переводу системы в новое состояния.

При расчёте устойчивости геологической среды определяются, такие характеристики, как:

- степень динамического состояния;
- коэффициент нарушенности ландшафта;
- коэффициент поражённой территории;
- уровень геохимического загрязнения ландшафта;

Чтобы дать количественную оценку устойчивости, к какому-либо воздействию, используют коэффициент устойчивости ( $K_y$ ). Данный

коэффициент был предложен С.И. Пахомовым и А.М. Монюшко (1988). Коэффициент устойчивости может варьироваться в пределах от 0 до 1.

В случае если понижение качества системы происходит с понижением одного из показателей, коэффициент устойчивости определяется соотношением величины признака, сформированного под действием техногенного фактора, к его первоначальному значению.

$$K_y = N_t / N_0 \text{ [11]},$$

где  $N_t$  – величина признака, сформировавшегося под действием техногенного фактора;

$N_0$  – первоначальный показатель.

На основании данного коэффициента составлена таблица устойчивости элементов к техногенному воздействию. Категории устойчивости к техногенному воздействию показаны в табл.1.1.

Таблица 1.1 - Категории устойчивости компонентов геологической среды к техногенному воздействию

Название категории	$K_y$	Характеристика категории
Очень высокая устойчивость	1,0-0,95	Ухудшение параметра системы при воздействии не более 5%
Высокая устойчивость	0,95-0,8	—”— не более 20%
Средняя устойчивость	0,8-0,5	—”— не более 50%
Низкая устойчивость	0,5-0,1	—”— более 20%
Неустойчивые	0-1	Разрушение системы или переход в новое состояние

Важным вопросом является оценка состояния эколого-экологических условий. Для этого В.Т. Трофимовым и Д.Г.Зилингом (2002) предложены группы ресурсных, геодинамических, геохимических и геофизических критериев.

Среди геодинамических критериев оценки эколого-геологических условий ими выделяются показатели изменённости рельефа, показатели состояния литосферы по развитию геологических процессов, также

выделены динамические показатели состояния верхней части литосферы по скорости изменения площадных критериев оценки (табл. 1.2) [33].

Таблица 1.2 - Оценка состояния эколого-геологических условий по особенностям рельефа и подземного пространства (по В.Т. Трофимову и Д.Г.Зилингу)

Критерии оценки	Состояние эколого-геологических условий			
	Удовлетворительное	Условно удовлетворительное	Неудовлетворительное	Катастрофическое
Отношение площади техногенного рельефа к площади всей территории, %	<10	10-25	25-50	>50
Площадь нарушенного рельефа, м		10-20	20-50	
Площади подработанных территорий, %		10-25	25-50	

Оценка устойчивости геологической среды может быть проведена по самым разным показателям в зависимости от её типа, цели освоения и вида воздействия [1]. Обычно анализируется тот или иной расчётный количественный показатель состояния геологической среды, либо проводится качественная характеристика в виде экспертной оценки в баллах на данный момент времени.

Во всех этих случаях отсутствуют чёткие объективные критерии предельной техногенной нагрузки, нет обоснованного прогноза развития процессов, вызываемых воздействием, не определяется возможность возврата системы в исходное состояние и не указывается время достижения ею финального состояния. Поэтому используемые показатели устойчивости геологической среды могут рассматриваться лишь как показатели качества среды в данный момент времени [1].

В. Н. Губин А. А. Ковалев С. А. Сладкопечев М. Г. Ясовеев [5] обращают внимание на устойчивость системы на внешние воздействия, а

также способность среды к восстановлению исходного потенциала нужно учитывать для прогноза.

Для грунтов основными характеристиками к воздействию техногенеза являются теплофизические, водно-физические свойства и механический состав. Данные зависимости показаны в таблице 1.3 [5].

Таблица 1.3 - Реакция грунтов на техногенное воздействие [5]

Характеристика грунтов	Реакция грунтов на техногенное воздействие «+» – способствуют, «-» – препятствуют			
	водная эрозия	ветровая эрозия	горизонтальная миграция	вертикальная миграция
Низкая водопроницаемость (связанные и скальные грунты)	+	-	+	-
Высокая водопроницаемость (несвязанные и рыхлые грунты)	-	+	-	+
Мёрзлые	+	-	+	-
Талые	-	+	-	+
Избыточно увлажнённые	-	-	+	-
Слабо увлажнённые	+	+	-	+

На основании данных, установлена разная реакция одного грунта к разным видам воздействия. В связи с этим можно сделать вывод, что устойчивость геологической среды меняется в регионах с различными видами и масштабами хозяйственного освоения.

Оценивание устойчивости геологической среды при физическом воздействии и загрязнении различно.

Главной особенностью является то, что нарушение литогенной основы практически необратимое явление, поэтому внимание уделяется способности грунтов противостоять начальным этапам развития опасных процессов, которые в будущем могут получить развитие.

Ю.А. Мамаев и М.Б. Куринов предложили определение термина «устойчивость» применительно к природно-техногенным системам. По мнению авторов «устойчивость» – способность сохранять равновесие и единство структурных и функциональных связей при воздействии природных, техногенных и природных факторов, которые были активизированы в следствии техногенеза. Согласно Ю.А. Мамаеву и М.Б. Куринову устойчивость можно оценить только к определённому воздействию. Объяснение этому является устойчивость системы к одному воздействию, при этом неустойчивость к другому воздействию.

Таким образом, любая конкретная природная среда может характеризоваться множеством устойчивости, из которых как правило выделяется, характеризуется и оценивается тот вид устойчивости геосистемы, показатели которой при внешнем воздействии определённого типа и характера изменяются в наибольшей, подавляющей степени [15].

Таким образом в настоящее время проблема оценки устойчивости геологических систем к техногенному воздействию стала активно развиваться в отношении методов оценки, критериев типизации, методики картографирования типов.

Из всех определений автору работы наиболее близко определение А.Д. Арманда, который понимает под устойчивостью «способность систем противостоять внешним и внутренним возмущениям, сохраняя равновесие или гомеостатическое состояние, а также структуру, характер функционирования (А.Д. Арманд).

Кроме того, учитывая тот факт что оценка устойчивости геологической среды невозможна лишь по одному показателю, для того чтобы исследования были более эффективными и точными следует давать оценку нескольким факторам влияющим на устойчивость среды.

Автором предложено оценивать устойчивость геологической среды микрорайона Зелёные горки по двум критериям – коэффициенту устойчивости склона и величине осадки.

## 2. Методика исследований

В основу магистерской диссертации положен фактический материал инженерно-геологических работ Томской изыскательской организации ПАО «ТомскТИСИЗ», полученный автором во время прохождения производственной практики. Проводился анализ и обработка данных полевых и лабораторных работ по 16 объектам, включающих 93 скважины (рис.2).

Обработка данных по проводилась с использованием программ «AutoCAD», «Microsoft Excel». Графические материалы создавались с помощью программ «AutoCAD» и др.

В работе проведен анализ большого числа литературных источников и нормативных документов по теме исследований.

Для решения поставленных задач применены следующие методы исследований:

- картографические методы исследования (составление и анализ карт инженерно-геологических условий);
- метод расчёта коэффициента устойчивости (для прогноза устойчивости склона и развития оползней)

Схема расположения скважин представлена в приложении В.

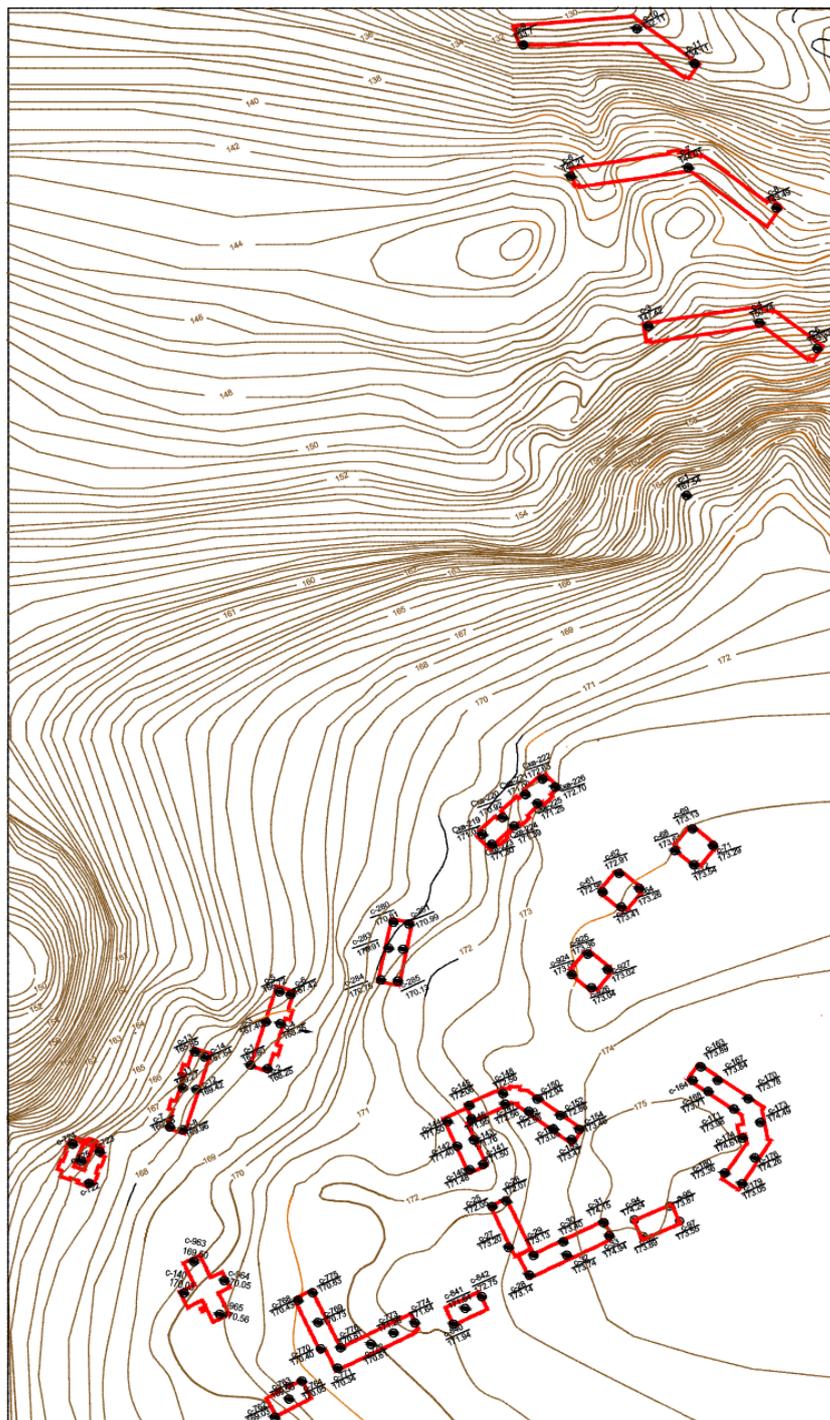


Рисунок 2 - Схема расположения скважин (микрорайон Зелёные горки)

Условные обозначения:

- с-69  
173.13
Скважина: в числителе номер скважины,  
в знаменателе - абс. отм. устья
  
- 170
Изолинии рельефа, абс.отметки, м.
  
- Контур сооружения

## **4. Инженерно-геологические условия микрорайона «Зелёные горки»**

### ***4.1 Геоморфология***

Территория микрорайона Зелёные горки в геоморфологическом отношении приурочена к поверхности Томь-Яйского водораздела (IaQII-III).

Рельеф территории полого-волнистый, с абсолютными отметками поверхности в пределах от 130,8м до 174,84м. Перепад абсолютных отметок на местности составляет 44,0м.

Общее понижение поверхности рельефа наблюдается в северном направлении, к долине ручья. В западной части микрорайона и в северо-восточной части наблюдается склон.

Территория микрорайона расположена на поверхности водораздела и бровке водораздельного склона, западной экспозиции. Поверхность склона представлена уступами. В нижней части склона, располагается лог, по дну которого протекает ручей.

Сток поверхностных вод обеспечен в северо-западном направлении, по падению рельефа местности, в лог, расположенный в нижней части склона.

Наибольшие абсолютные отметки приурочены к юго-восточной части микрорайона, с постепенным повышением территории вдоль улицы Энтузиастов. Максимальная отметка высот составляет 174,8м.

Наиболее пониженный участок с большими перепадами высот на северо-востоке территории микрорайона. Резкое понижение территории наблюдается вдоль улицы Андрея Крячкова. Перепад отметок более 30м.

### ***4.2 Геологическое строение***

В геологическом строении до глубины 25-30м представлены техногенные грунты и озёрно-аллювиальные средне-верхнечетвертичные отложения Томь-Яйского водораздела (IaQ II-III), большую часть составляют

суглинки, имеющие различную консистенцию, от твёрдой до текучепластичной. Менее распространены супеси твёрдые и пластичные.

Техногенные грунты распространены на небольших отдельных участках. Насыпной грунт сложен суглинком полутвердым, гравием, щебнем.

Широко распространены на территории суглинки буровато-серые твёрдой, полутвёрдой, тугопластичной и мягкопластичной консистенции. Небольшое распространение имеют суглинки буровато-серые текучепластичные и текучие.

Менее распространены грунты, представленные супесями буровато-серыми пластичными и твёрдыми. Супесь буровато-серая текучая и серовато бурая вскрыта в нижней части разреза почти на всей территории участка.

Анализ фактического материала (которые включает в себя 93 литологические колонки) позволил выделить два типа грунтовых толщ (приложение 5).

К первому типу отнесены грунтовые толщи приуроченные к бровке водораздельного склона и представлены частым переслаиванием суглинков и супесей разной консистенции (рис.4.1). Второй тип грунтовых толщ приурочен к поверхности водораздела и представлен преимущественно суглинистым составом (рис.4.2).

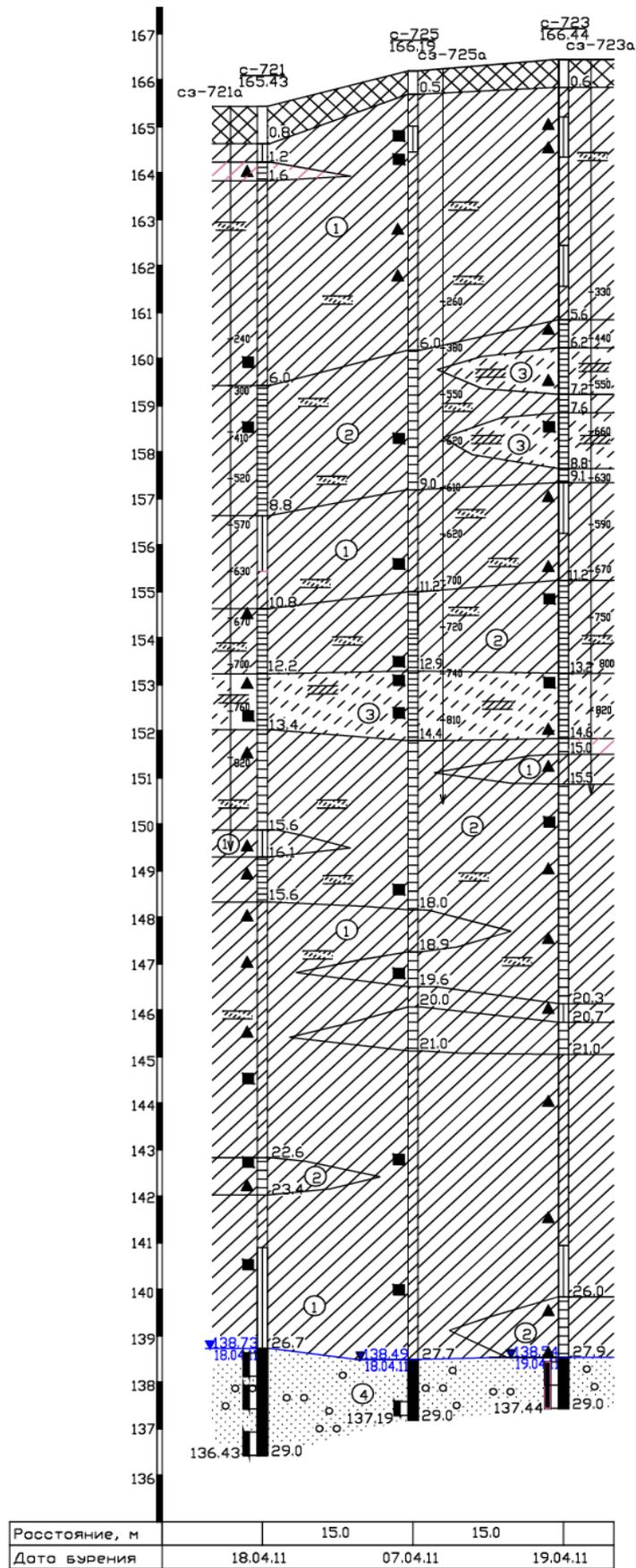


Рисунок 4.1 – Инженерно-геологический разрез по линии 1-1  
(Нарановича 1Б). Мг 1:500, Ив 1:100

Условные обозначения:

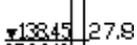
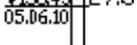
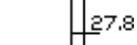
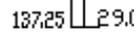
	Насыпной грунт
	Супесь
	Суглинок
	Песок
	Литологическая граница
	Номер инженерно-геологического элемента

Консистенция суглинков

	полутвёрдые
	тугопластичные
	мягкопластичные
	Консистенции супеси
	твёрдые

Степень водонасыщения грунта

	насыщенные водой
с – 722	скважина, её номер
166.25	абсолютная отметка устья, м

	место отбора образца ненарушенной структуры
	место отбора образца нарушенной структуры
	место отбора валовой пробы грунта
	уровень подземных вод, м
	дата замера, м
	Литологическая граница, м
	Глубина скважины, м
	Абсолютная отметка, м

сз-722а Точка статического зондирования, её номер

	730	Предельные сопротивления железобетонной сваи
		Сечением 30*30см <sup>2</sup> , в кН, по глубинам, м
	800	

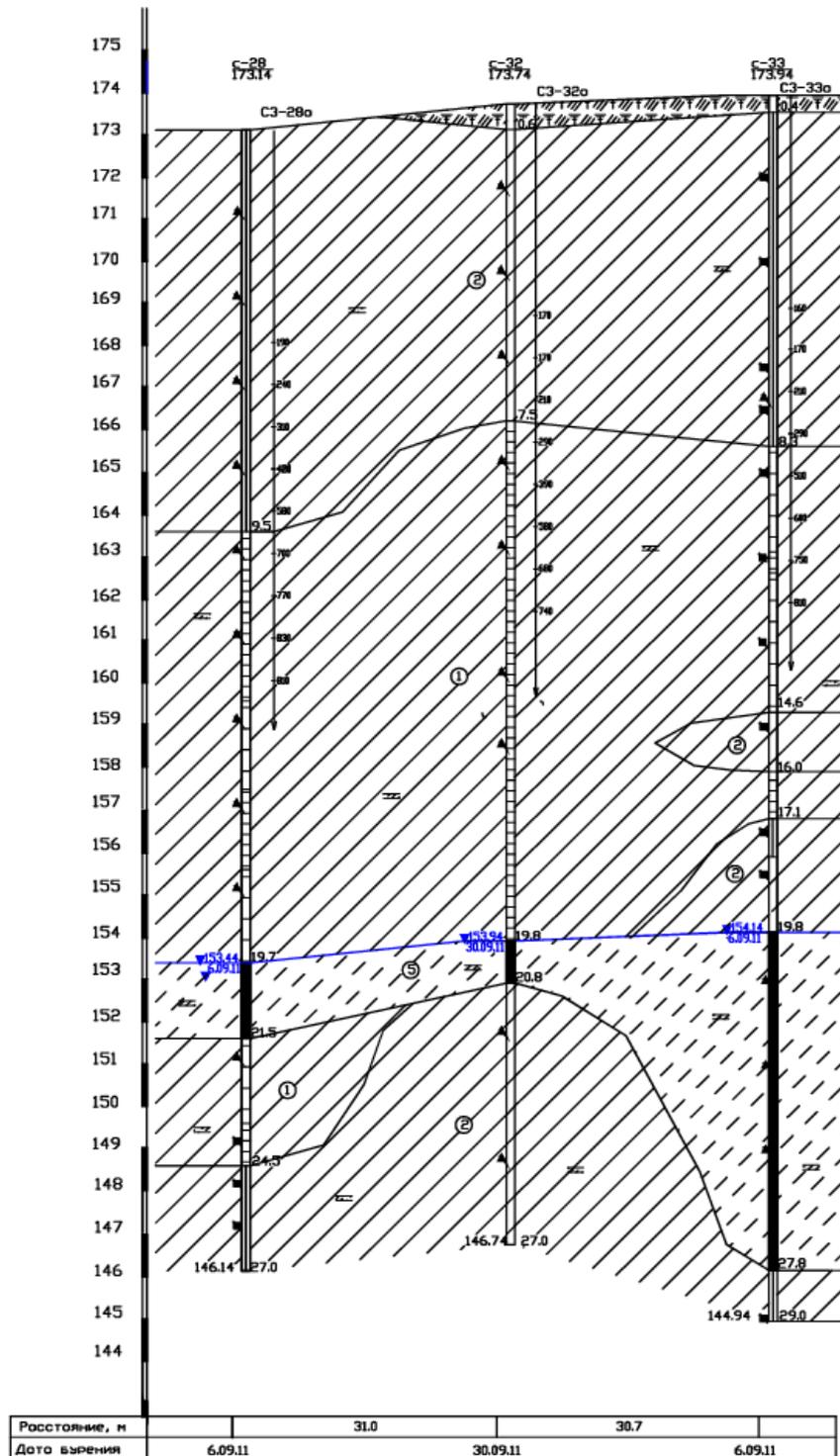
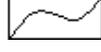
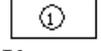


Рисунок 4.2 – Инженерно-геологический разрез по линии 3-3  
(ул.Энтузиастов 37). Мг 1:500,Ив 1:100

Условные обозначения:

-  Почвенно-растительный слой
-  Супесь
-  Суглинок
-  Литологическая граница
-  Номер инженерно-геологического элемента

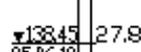
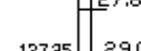
Консистенция суглинков

-  полутвёрдые
-  тугопластичные
-  мягкопластичные

Консистенции супеси

-  твёрдая
-  пластичная
-  текучая

с – 722      скважина, её номер  
 166.25      абсолютная отметка устья, м

-  место отбора образца ненарушенной структуры
-  место отбора образца нарушенной структуры
-  место отбора валовой пробы грунта
-  уровень подземных вод, м
-  дата замера, м
-  Литологическая граница, м
-  Глубина скважины, м
-  Абсолютная отметка, м

сз-722а      Точка статического зондирования, её номер

-  Предельные сопротивления железобетонной сваи  
Сечением 30\*30см<sup>2</sup>, в кН, по глубинам, м

### **4.3 Гидрогеологические условия**

Гидрогеологические условия на большей части микрорайона характеризуются наличием одного горизонта грунтовых вод. Горизонт грунтовых вод появляется и устанавливается на глубинах от 15 до 28м. Химический состав вод гидрокарбонатно – кальциевый, гидрокарбонатно – кальциево – натриевый, гидрокарбонатно – натриево - кальциевый. Питание подземных вод происходит несколькими способами, в числе которых инфильтрация через зону аэрации талых вод, атмосферными осадками, а также перетоком из нижележащих водоносных горизонтов. Водовмещающими грунтами являются супеси текучие, суглинки текучепластичные, текучие. Транзит и разгрузка грунтового потока осуществляется в северо-западном направлении, по падению рельефа местности, в лог расположенный в нижней части склона.

В северной части рассматриваемой территории распространён второй горизонт грунтовых вод. Данный горизонт представлен водами типа «верховодка».

По химическому составу воды верховодки являются гидрокарбонатно – кальциево-натриевые. Водовмещающими грунтами являются суглинки текучепластичные.

Питание вод верховодки происходит за счёт инфильтрации через зону аэрации талых вод и за счёт атмосферных осадков. Водоупором являются суглинки туго-мягкопластичные.

В юго-восточной части микрорайона скважинами в интервале глубин от 1,0-4,0м вскрыты суглинки мягкопластичные с показателем текучести 0,74-0,75, следовательно, на этой глубине возможно появление подземных вод типа «верховодки» в водообильные годы, в паводковый период и при обильных атмосферных осадках.

#### ***4.4 Неблагоприятные инженерно – геологические процессы на территории строительства***

По данным инженерных изысканий компании ПАО “ТомскТИСИЗ”, которой были проведены рекогносцировочное обследование с целью выявления и наличия инженерно – геологических процессов и явлений, установлены неблагоприятные инженерно-геологические процессы, влияющие на строительство объектов: процессы подтопления и процессы морозного пучения.

По проведённым исследованиям согласно СНиП 22-01-95 на территории микрорайона присутствуют процессы морозного пучения грунтов.

По степени опасности морозного пучения вся исследуемая территория относится к “весьма опасной” категории согласно СНиП 22-01-95.

На территории участка в верхней части разреза в зоне сезонного промерзания залегают такие виды грунтов, которые относятся согласно ГОСТ 25100-2011 с сильнопучинистым и среднепучинистым. Суглинки туго-мягкопластичной консистенции являются сильпучинистыми, а суглинки твёрдой и полутвёрдой консистенции среднепучинистые.

Также при исследовании и изучении геолого-литологического строения территории, и анализе геоморфологических условий, согласно СНиП 22-01-95, выявлены процессы подтопления.

Имеются несколько участков на площадке изысканий, где процессы подтопления наиболее опасны. К такому участку относится территория бровки водораздельного склона. Так как на данном участке на глубинах от 1,7 м до 4,3 м вскрыты воды типа «верховодка». Водовмещающим грунтом являются суглинки текучепластичные.

Данные участки по степени потенциальной подтопляемости отнесены к естественно подтопленной.

Согласно СНиП 22-01-95 площадка по степени опасности подтопления относится к «умеренно опасной».

Для исключения подтопления территории необходимо предусмотреть защитные мероприятия.

В северной части территории расположен склон, с уклоном до  $10^\circ$ . Так как существует большой перепад высот, до 30м, возможно проявление оползневых процессов. В данном случае, для установления устойчивости склона следует проводить расчёты коэффициенты устойчивости склона.

## **5 .Оценка устойчивости геологической среды микрорайона Зелёные горки.**

### ***Расчёт коэффициента устойчивости***

Территория микрорайона расположена на склоне с общим углом наклона земной поверхности не более 6-7<sup>0</sup>. Максимальные углы наклона на отдельных участках не превышают 10<sup>0</sup>.

Так как одним из важных факторов устойчивости геологической среды являются особенности геологического строения склона, обуславливающих возможность образования оползневых смещений. Количественной мерой устойчивости является величина коэффициента устойчивости ( $K_y$ ).

На данной территории были проведены расчёты по нескольким профилям, где отмечаются наибольшие уклон поверхности земли, и выполнена оценка устойчивости склона.

Для оценки устойчивости склона, учитывая геологическое строение, морфологию склона, состав и состояние грунтов массива, использовался метод криволинейной поверхности скольжения.

Данный метод используется для расчета устойчивости склонов, состоящие из слаболитифицированных песчано-глинистых грунтов, при этом отсутствует поверхность ослабления, падающая в сторону склона. Устойчивость склонов (откосов) рассчитывают по первому предельном у состоянию.

В основании расчёта лежит нахождение коэффициента устойчивости в отношении сдвигающих и удерживающих сил. Сдвигающие силы обусловлены касательными составляющими веса блока ( $T=G*\sin\alpha$ ). Удерживающие силы характеризуются прочностными характеристиками грунта ( $\phi, c$ ). Если уклон поверхности скольжения направлен в противоположную сторону от направления общего смещения грунтового массива, то касательная составляющая рассматривается как удерживающая сила.

Коэффициент устойчивости рассчитывается по формуле (1), которая приведена ниже:

$$K_{st} = M_{уд} / M_{сдв} = \frac{\sum G_i \cdot \cos \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \varphi + \sum l_i \cdot C_i + \sum G \cdot \sin \alpha'}{(\sum G_i \cdot \sin \alpha)} \quad (1)$$

где:

- $G_i$  – вес блока, кН/м;
- $\alpha_i$  - угол наклона поверхности скольжения, град.;
- $\varphi$  - угол внутреннего трения по поверхности скольжения блока, град.;
- $l_i$  - длина поверхности скольжения блока, м;
- $C$  - удельное сцепление по поверхности скольжения блока, кПа.

Так как данный метод рекомендуется для однородных склонов с прямолинейным профилем, то для непрямолинейного профиля допускается условное спрямление, а для неоднородных склонов, сложенных дисперсными грунтами, рассчитываются средневзвешенные характеристики удельного веса, угла внутреннего трения и удельного сцепления, которые используются для расчета устойчивости склона.

Расчёт средневзвешенных характеристик грунтов  $\gamma$ ,  $C$ ,  $\varphi$  определяются по формулам:

1) Объёмный вес грунта

$$\gamma = \frac{\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \dots + \gamma_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} \quad (2)$$

2) Сцепление

$$C = \frac{c_1 h_1 + c_2 h_2 + \dots + c_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} \quad (3)$$

3) Коэффициент внутреннего трения

$$\varphi = \frac{\varphi_1 h_1 + \varphi_2 h_2 + \dots + \varphi_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} \quad (4)$$

### Расчёт коэффициента устойчивости по профилю скважин 1-3

Расчёт средневзвешенных характеристик грунтов проводился по формулам 2-4. Для скважины 1 данные представлены в таблице 5.3, для скважины 3 в таблице 5.4.

Таблица 5.3 - Расчётные значения физико-механических характеристик грунтов скважины 1

№	Мощность, м	Расчетные характеристики грунтов			$\gamma \cdot h$	$\phi \cdot h$	С·h	Средневзвешенные характеристики грунтов		
		ИГЭ	ИГЭ	ИГЭ				$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$\phi$ , град	С, кПа
	(h)	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$\phi$ , град	С, кПа				$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$\phi$ , град	С, кПа
1	10,7	19,7	22	29,3	210,79	235,4	313,51	19,6	19,7	24,1
2	1,3	19,3	20	20	25,09	26	26			
1	8,7	19,7	22	29,3	171,39	191,4	254,91			
2	2,3	19,3	20	20	44,39	46	46			
3	1,5	19,6	15	12,5	29,4	22,5	18,75			
1	0,5	19,7	22	29,3	9,85	11	14,65			
3	4,7	19,6	15	12,5	92,12	51,7	43,24			

Таблица 5.4 - Расчётные значения физико-механических характеристик грунтов скважины 3

№	Мощность, м	Расчетные характеристики грунтов			$\gamma \cdot h$	$\phi \cdot h$	$C \cdot h$	Средневзвешенные характеристики грунтов		
		$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$\phi$ , град	$C$ , кПа				$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$\phi$ , град	$C$ , кПа
ИГЭ	(h)									
2	3,7	19,3	20	20	71,4	74	74	19,3	20,0	28,1
1	1,9	19,7	22	29,3	37,4	41,8	55,7			
3	3,8	19,6	15	12,5	74,5	57	47,5			
2	2,6	19,3	20	20	50,2	52	52			
4	9,8	19	21	51,6	186,2	205,8	505,7			
2	1,9	19,3	20	20	36,7	38	38			
6	5,7	19,7	21	10,9	112,3	119,7	62,1			

После рассчитанных параметров был определён центр критической кривой скольжения с помощью графика Ямбу.

Расчёт производится при предполагаемом положении наиболее опасной поверхности скольжения – для потенциально оползнеопасных склонов.

По графику Н.Ямбу (рис.5.5) определены безразмерные координаты  $x_0$  и  $y_0$  центра наиболее опасной кривой скольжения, проходящей через подошву откоса. Координаты определяются в зависимости от рассчитанной величины  $\lambda$  и от средней крутизны склона.

Величина  $\lambda$  для вычисляется по формуле

$$\lambda = \frac{\gamma * H * tg\phi}{C} \quad (5)$$

$\lambda$  – показатель грунта однородного откоса;

$\gamma$  - объёмный вес грунта откоса, т/м<sup>3</sup>;

$tg\phi$  – коэффициент внутреннего трения;

$C$  – сцепление, т/м<sup>2</sup>;

$$\lambda = \frac{19,6 \cdot 18 \cdot 0,36}{24,1} = 5,3$$

При том, что средний угол наклона к горизонту  $10^\circ$ , и  $\lambda=5,3$ , по графику Ямбу определены координаты наиболее опасной круглоцилиндрической поверхности скольжения:  $x_0 = 1,6$ ;  $y_0 = 2,4$ ;

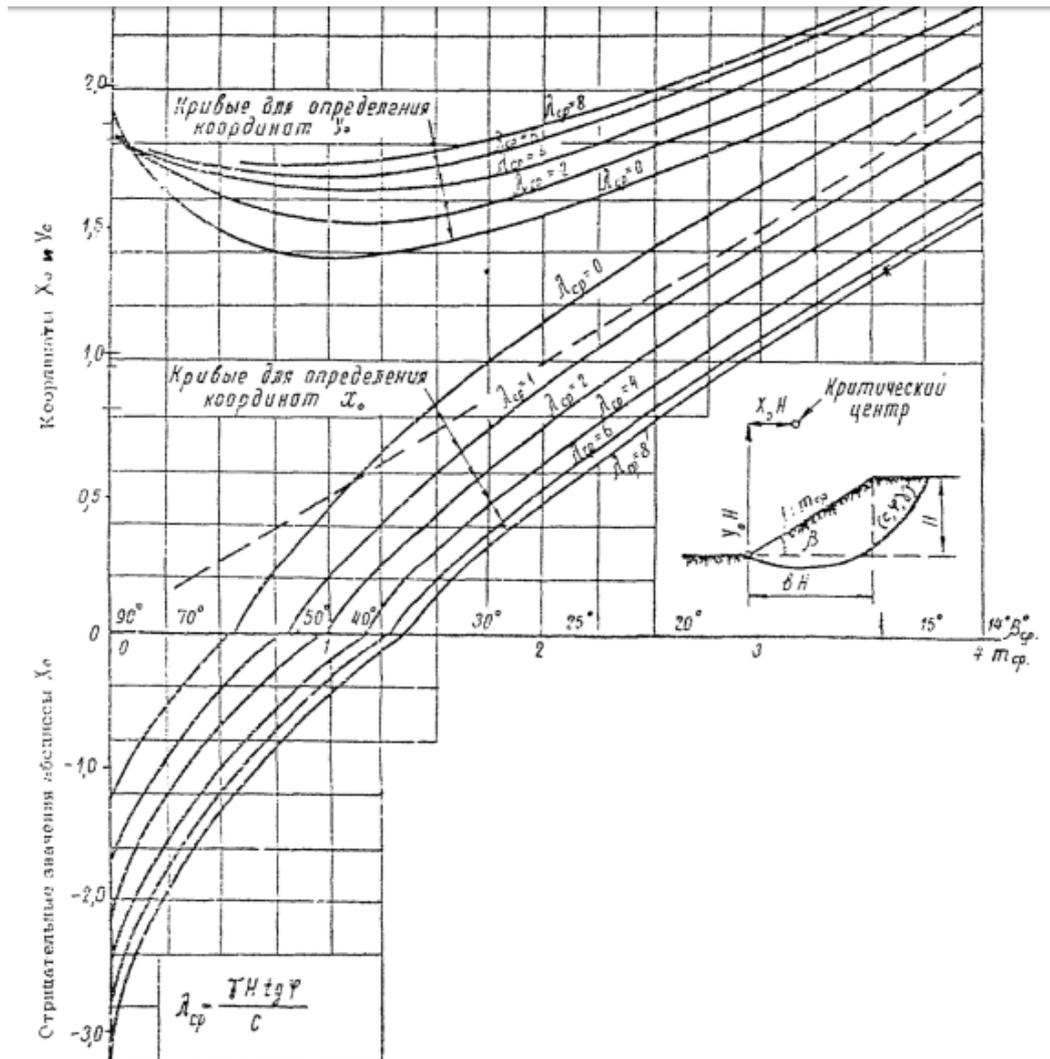


Рисунок 5.5 - График Н. Ямбу для установления координат круглоцилиндрической поверхности скольжения

Абсолютные координаты были получены умножением величины высоты откоса  $H$  на  $x_0$  и  $y_0$ .

$$x_0 = 1,6; x_0 = 1,6 \cdot 18 = 28,8 \text{ м}$$

$$y_0 = 2,4; y_0 = 2,4 * 18 = 43,2$$

Из найденного центра проведена кривая скольжения, с радиусом равным  $r_0 = y_0 * h$ ;  $r_0 = 2,4 * 29,7 м = 71,3 м$ . Схема к расчёту устойчивости приведена в графическом приложении 7.

Клин, полученный на разрезе после отчерчивания наиболее опасной поверхности скольжения, разбит на 9 блоков. Для каждого из блоков были определены параметры для расчёта коэффициента устойчивости.

Данные расчётов представлены в таблице 5.5. Схема расположения скважин и схема расчёта представлены в графическом приложении 7.

Таблица 5.5 - Расчет устойчивости склона по линии 1-1

b, м	h, м	F, м <sup>2</sup>	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	G, кН/м	$\alpha$ , град	tg $\varphi$	cos $\alpha$	G·cos $\alpha$ , tg $\varphi$ , кН/м	sin $\alpha$	G·sin $\alpha$ , кН/м	l, м	C, кПа	I·C, кН/м
5,8	9,6	55,7	19,6	1091,3	62	0,36	0,47	184,65	0,83	905,8	12,1	24,1	291,6
12,2	22,6	275,7	19,6	5404,1	51	0,36	0,63	1225,65	0,72	3891,0	19,5	24,1	469,9
10,0	28,2	282,0	19,6	5527,2	37	0,36	0,74	1472,45	0,55	3040,0	12,6	24,1	303,7
9,2	30,8	283,4	19,6	5553,9	28	0,36	0,80	1599,51	0,42	2332,6	10,6	24,1	255,5
12,4	33,2	411,7	19,6	8068,9	19	0,36	0,94	2730,53	0,29	2340,0	13,3	24,1	320,5
12,6	33,4	420,8	19,6	8248,5	9	0,36	0,99	2939,75	0,14	1154,8	12,9	24,1	310,9
11,8	31,4	370,5	19,6	7262,2	1'	0,36	0,99	2588,25	0,01	-72,6	11,7	24,1	281,9
11,6	28,4	329,4	19,6	6457,0	8'	0,36	0,99	2301,28	0,12	-774,8	11,8	24,1	284,4
10,6	23,6	250,2	19,6	4903,1	17'	0,36	0,96	1694,52	0,26	-1274,8	11,1	24,1	267,5
								$\Sigma 16736,$ 6		$\Sigma 13664$ - $\Sigma 2122$			$\Sigma 278$ 6

Примечание: b – ширина блока, м; h – высота блока, м; F – площадь блока, м<sup>2</sup>;  $\gamma$  – удельный вес грунта, кН/м<sup>3</sup>; G – вес блока, кН/м;  $\alpha$  – угол наклона поверхности скольжения, в градусах; l – длина поверхности скольжения, м

$$K_{st} = (16737 + 2786 + 2122) / 13664 = 1,6$$

Как видно из таблиц коэффициенты устойчивости при полном водонасыщении грунтов массива составили 1,6. Следовательно, устойчивость склона обеспечена, так как согласно Рекомендациям по количественной

оценке устойчивости оползневых склонов (1) - склон или его элемент (откос, уступ и др.) считается устойчивым, если коэффициент его устойчивости  $K_y > 1$ . Величина  $K_y = 1$  соответствует предельному равновесию, наблюдающемуся в моменты начала и завершения оползневого смещения.

### Расчёт коэффициента устойчивости по профилю скважин 724-963

Тем же способом был рассчитан коэффициент устойчивости для второго наиболее опасного участка, по профилю скважина 724 - скважина 963. Схема расположения скважин представлена на рисунке 5.6

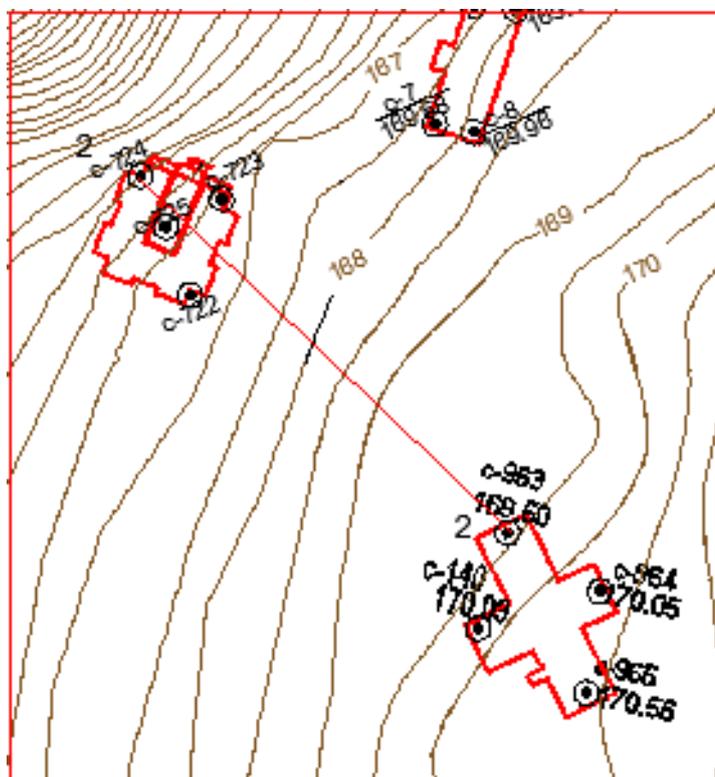


Рисунок 5.6 - Схема расположения скважин по линии 2-2.

Условные обозначения:

	Скважина: в числителе номер скважины, в знаменателе - абс. отм. устья
	Изолинии рельефа, абс.отм., м
	Контур здания

1-1 линия разреза

Результаты расчётов средневзвешенных характеристик грунтов для скважины 724 представлены в таблице 5.6, для скважины 963 в таблице 5.7.

Таблица 5.6 - Расчет средневзвешенных характеристик свойств массива грунтов (скважина 724)

№ ИГЭ	Мощность, м (h)	Расчетные характеристики грунтов			$\gamma \cdot h$	$\varphi \cdot h$	C·h	Средневзвешенные характеристики грунтов		
		$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$\varphi$ , град	C, кПа				$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$\varphi$ , град	C, кПа
2	6	19,4	19	30,2	116,4	114,0	181,2	19,2	21,5	29,4
3	0,6	20,2	23	32,4	12,1	13,8	19,4			
2	1,8	19,4	19	30,2	34,9	34,2	54,4			
4	3,7	19	23	32,4	70,3	85,1	119,9			
3	6,3	20,2	23	32,4	127,3	144,9	204,1			
2	6,5	19,4	19	30,2	126,1	123,5	196,3			
5	1,5	13,8	35	1	20,7	52,5	1,5			

Таблица 5.7 - Расчет средневзвешенных характеристик свойств массива грунтов (скважина 963)

№ ИГЭ	Мощность, м (h)	Расчетные характеристики грунтов			$\gamma \cdot h$	$\varphi \cdot h$	C·h	Средневзвешенные характеристики грунтов		
		$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$\varphi$ , град	C, кПа				$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$\varphi$ , град	C, кПа
3	2	19,8	22	38,9	39,6	44,0	77,8	19,6	21,2	33,4
1	4,2	19,7	19	32,2	82,7	79,8	135,2			
3	1	19,8	22	38,9	19,8	22,0	38,9			
4	1,5	18,3	27	18,1	27,5	40,5	27,2			
3	3,7	19,8	22	38,9	73,3	81,4	143,9			
1	1,3	19,7	19	32,2	25,6	24,7	41,9			
2	0,5	19,1	16	17,5	9,6	8,0	8,8			

По формуле (5) рассчитана обобщённая характеристика грунта однородного откоса  $\lambda$ .

$$\lambda = \frac{19,6 \cdot 3,5 \cdot 0,36}{24,1} = 1,2$$

По графику Н. Ямбу (рис. 17) определены безразмерные координаты  $x_0$  и  $y_0$ ;  $x_0 = 1,8$ ;  $y_0 = 2,3$ ;

Абсолютные координаты были получены умножением  $x_0$  и  $y_0$  на величину высоты откоса  $H$ .

$$x_0 = 1,8; x_0 = 1,8 * 3,5 = 6,3 \text{ м}$$

$$y_0 = 2,3; y_0 = 2,3 * 3,5 = 8,0 \text{ м}$$

Из найденного центра проведена кривая скольжения, с радиусом равным  $r_0 = y_0 * h$ ;  $r_0 = 2,3 * 25,8 \text{ м} = 59,3 \text{ м}$ . Схема к расчёту устойчивости приведена на рисунке 19.

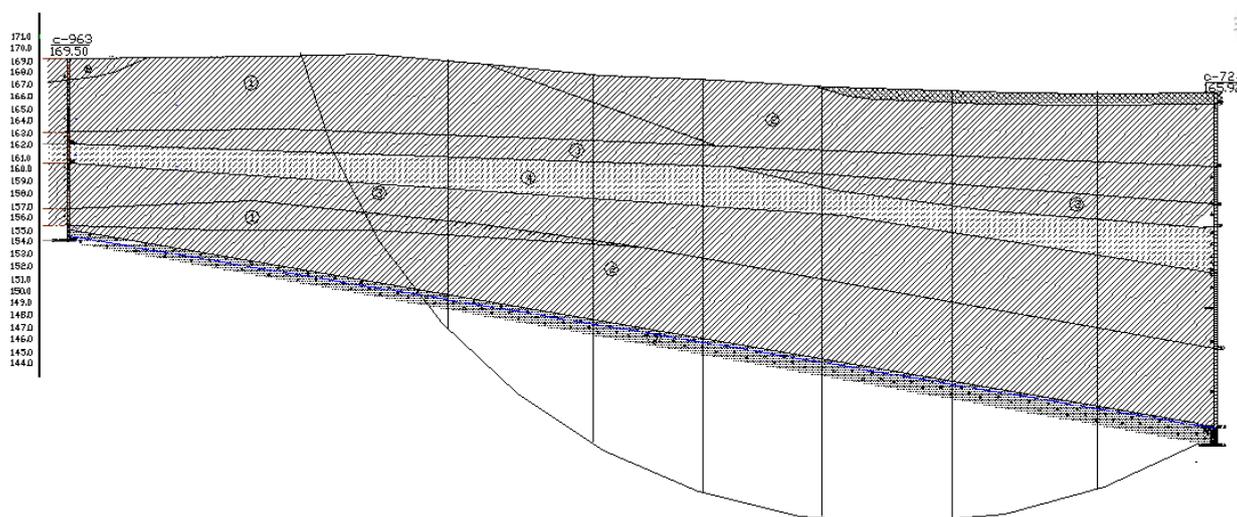
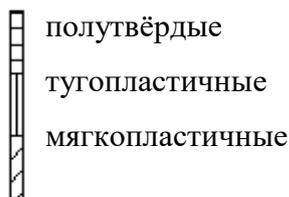


Рисунок 5.7 - Расчётная схема коэффициента устойчивости по линии инженерно геологического разреза 2-2 (Мг 1:200; Мв 1:200)

Условные обозначения:

-  Насыпной грунт
-  Супесь
-  Суглинок
-  Песок
-  Литологическая граница
-  Номер инженерно-геологического элемента

Консистенция суглинков



Консистенции супеси



Степень водонасыщения грунта

■ насыщенные водой

с – 722 скважина, её номер  
166.25 абсолютная отметка устья, м



Клин, ограниченный дугой, разбит на 7 блоков.

Данные расчётов представлены в таблице 5.6

Таблица 5.8 - Расчет устойчивости склона по линии 2-2

b, м	h, м	F, м <sup>2</sup>	γ, кН/м <sup>3</sup>	G, кН/м	α, град	tg φ	cos α	G·cos α·tg φ, кН/м	sin α	G·sin α, кН/м	I, м	C, кПа	I·C, кН/м
23,8	45,6	1037,7	19,2	19923,5	52	0,39	0,47	5684,4	0,79	15009,9	50,9	29,4	1496,5
23,8	60,3	1435,1	19,2	27554,7	35	0,39	0,79	9553,1	0,57	15104,7	29,8	29,4	876,1
17,4	67	1165,8	19,2	22383,4	25	0,39	0,91	7991,0	0,42	9459,6	19,6	29,4	576,2
19,7	70,8	1394,8	19,2	26779,4	12	0,39	0,98	11318,2	0,21	5267,7	19,8	29,4	582,1
21,3	70,5	1501,7	19,2	28831,7	1	0,39	1,00	11355,4	0,02	-503,2	21,2	29,4	623,3
24	64,6	1550,4	19,2	29767,7	11	0,39	0,98	12510,4	0,19	-5679,9	24,1	29,4	708,5
19,3	56,9	1098,2	19,2	21084,9	27	0,39	0,89	7400,3	0,45	-9572,3	21	29,4	617,4
								Σ65812,7		Σ44841,9 Σ-15755,4			Σ5480,2

$$K_{st} = (65812,7 + 5480,2 + 15755,4) / 44841,9 = 1,94$$

Коэффициент устойчивости при полном насыщении грунтов массива составил 1,9. Следовательно, устойчивость склона обеспечена, так как  $K_{st}$  больше 1.

## 6. Рекомендации

В настоящее время согласно проведённым исследованиям, территория микрорайона Зелёные горки является устойчивой, так как устойчивость склона обеспечена, и осадка не превышает допустимую. Но так как на территории ведётся активная хозяйственная деятельность человека и незначительное воздействие на геологическую среду, в том числе изменение свойств грунтов, их влажности, плотности может привести к увеличению рассчитанного коэффициента устойчивости.

В следствие того, что ускоряющим фактором оползневых процессов может стать техногенное воздействие, при строительстве проектируемых зданий для исключения нарушения природных геолого – литологических, гидрогеологических условий рекомендуется выполнить следующие природоохранные мероприятия:

1. В процессе строительства необходимо сохранение природной структуры и влажности грунтов (исключить дополнительное замачивание и промерзание).

2. Упорядочить сток поверхностных вод по сточным трубам в сточные лотки с последующим отводом в водоприёмные колодцы, для исключения подтопления площадки.

Так как степень развития процесса в значительной части зависит и от техногенных факторов, следует исключить такие виды деятельности на данной территории, как:

- подрезка склонов при строительстве;
- пригрузка склонов различными объектами (статическая и динамическая нагрузки);

Следует обратить внимание на обеспечение организации водоотведения поверхностных и подземных вод.

Необходимым условием сохранения устойчивости территории микрорайона является соблюдение зоны отступа застройки от бровки оползнеопасного склона.

## **7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Основной целью магистерской диссертации является изучение устойчивости геологической среды микрорайона «Зелёные горки» г.Томск.

В данной части выпускной квалификационной работы представлен расчет затрат на проведение инженерно-геологических изысканий для разработки проекта строительства здания по адресу Нарановича,13.

Для осуществления поставленной цели было необходимо выполнить следующие основные задачи:

- Проанализировать инженерно-геологические условия микрорайона «Зелёные горки» г.Томска;
- Оценить устойчивость геологической среды микрорайона «Зелёные горки» г.Томска;
- Рассчитать затраты на проведение изысканий.

Для определения денежных затрат, связанных с выполнением инженерно- геологических работ, необходимо определить прежде всего время на выполнение отдельных видов работ, спланировать их параллельное или последовательное выполнение и определить продолжительность выполнения всего комплекса работ. Основой для составления полной сметной стоимости проекта является сводная таблица видов и объемов работ. Виды и объемы проектируемых работ назначаются согласно требованиям нормативных документов, действующих на территории РФ – СП 47.13330.2012, СП 11-105-97. ССН-93[66]; ЕНВиР-И-83 часть 2 [56]; справочника базовых цен.

Сметная стоимость составляется с использованием нормативно-правовых документов:

- Сборник сметных норм на геологоразведочные работы за 1992 год выпуск №1, №7 (ССН-92, Вып.1, Вып.7) [6767];
- «Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» приказ №108 1993г [57];

- Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы за 1993 год выпуск №1 (СНОР-93, Вып.1) [68];

- Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства за 1999 год (СБЦ -99) [69].

Изыскания проводятся для разработки проекта строительства 10-этажного здания по адресу г.Томск , Нарановича,13

Назначение объекта – новое строительство.

Стадия проектирования: Разработка проекта.

Уровень ответственности зданий и сооружений: II нормальный.

Геолого-методической частью проекта предусматривается следующий перечень видов и объемов работ, приведенной в таблице 7.1.

Таблица 7.1 - Сводная таблица видов и объемов работ

	Виды работ	Ед. изм.	Объём	Примечание
1	2	3	4	5
1	Полевые работы:			
	Проходка горных выработок механическим ударно-канатным способом	скв./п.м.	6/1 32	РСН 74-88
	Статическое зондирование	точка/п.м	8/1 20	ГОСТ 19912-2012
	Опробование: -отбор образца с ненарушенной структурой (монолит) -отбор образцов с нарушенной структурой -отбор проб грунтовых вод	образец образец проба	30 40 3	ГОСТ 12071-2000
2	Лабораторные работы:			
	Определение грансостава ситовым методом	опр.	40	ГОСТ 12536-2014
	Определение влажности	опр.	70	ГОСТ 5180-2015
	Определение влажности на границе текучести	опр.	30	ГОСТ 5180-2015
	Определение влажности на границе раскатывания	опр.	30	ГОСТ 5180-2015
	Определение плотности грунта	опр.	30	ГОСТ 5180-2015
	Определение плотности частиц грунта	опр.	70	ГОСТ 5180-2015
	Определение деформационных свойств грунта (компрессионного сжатие грунта) (E)	опр	24	ГОСТ 12248-2010
	Определение прочностных свойств грунта (C, φ ) (испытание методом одноплоскостного среза)	опр	24	ГОСТ 12248-2010
	Коррозионная активность к стали	опр		СП 28.13330.2012
	Анализ водной вытяжки грунта: на коррозионность к бетону и железобетону ; коррозионность к алюминиевой и свинцовой оболочке кабеля	опр	2 2	СП 28.13330.2012

	Химический анализ грунтовых вод	опр	3	
3	Камеральные работы	отчёт	1	

### ***7.1 Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания***

Расчет затрат времени произведен по единым нормам времени в соответствии с СН-93[66].

Расчет затрат времени ( $N_i$ ) по каждому виду работ:

$$N_i = N_{Bp} \times K \times V_i$$

где  $N_{Bp}$  – норма времени на выполнение единицы  $i$ -го вида проектируемых работ;

$K$  – поправочный коэффициент, учитывающий изменение затрат времени в связи с отклонением условий от нормализованных;

$V_i$  – объем  $i$ -го вида работ.

#### **Буровые работы**

Проходка горных выработок осуществляется с целью установления инженерно-геологического разреза и условий залегания грунтов и отбора образцов грунта для определения их состава и физико-механических показателей.

Бурение инженерно-геологических скважин планируется осуществлять самоходной буровой установкой УГБ-1ВС на базе а/м ГАЗ-66, ударноканатным способом, диаметром 168 мм.

Проектом предусматривается бурение 6 скважин глубиной по 22,0 м. Общий объем буровых работ составит 132 п.м.

В таблице 22 рассчитаны затраты времени на буровые работы. А также затраты труда на буровые работы – табл.7.2 и затраты труда на монтаж, демонтаж и перемещение буровой установки – табл. 7.3.

Таблица 7.2 - Затраты времени на буровые работы

№ п.п	Виды работ	Категория пород	Объём работ	Нормы времени	Источник времени	Затраты времени на объём (ст.-см)
1.	Ударно-канатное бурение (II кат. – 127-168мм)	II	132м	0,09	ССН-93 вып.5, табл.174а	11,88
Итого:						11,88
2.	Монтаж/демонтаж и перемещение буровой установки		6	1,80	ССН-93 вып.5, табл.102	10,8
Итого:						22,68

Таблица 7.3 - Затраты труда на буровые работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед.работы	Затраты труда на весь объём (чел.-дн.)
Машинист буровой установки	ССН-93 вып.5, табл.16	1	11,88
Помощник машиниста буровой установки		1	11,88
Итого:			23,76

Таблица 7.4 - Затраты труда на монтаж, демонтаж и перемещение буровой установки

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед.работы	Затраты труда на весь объём (чел.-дн.)
ИТР	ССН-93 вып.5, табл.103	0,36	8,5
Рабочие		2,10	49,9
Итого:			58,4

Плановое время на этот вид работ при их выполнении одной бригадой составляет 3 смены. В это время будет пробурено 6 скважин ударно-канатным способом, также выполнен монтаж, демонтаж и перемещение буровой установки. В данных работах примут участие: машинист буровой установки, помощник буровой установки и рабочие.

### Полевые работы

При проведении инженерно-геологических изысканий на данном участке предусматриваются полевые определения прочностных и деформационных характеристик методом статического зондирования. Глубина исследования 15 м. Ниже рассчитаны затраты времени на полевые работы (табл.7.5) и затраты труда на полевые работы (табл.7.6).

Таблица 7.5 - Затраты времени на полевые работы

№ п.п	Виды работ	Ед. измерения	Объем работ	Нормы времени	Источник времени	Затраты времени на объем (бр.-см)
1.	Статическое зондирование	точка	8	0,16	ЕНВиР, н.946	1,28
Итого:						1,28

Таблица 7.6 - Затраты труда на полевые работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед.работы	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Бурильщик 3 разряда	ЕНВиР-И-83 ч.2	1	1,28
Помощник бурильщика 2 разряда		1	1,28
Итого:			2,56

Статическое зондирование рассчитано на 0,3смены. В работе принимают участие: бурильщик 3 разряда и помощник бурильщика 2 разряда.

## Опробование грунтов

Отбор из разведочных выработок образцов горных пород с ненарушенным и нарушенным сложением является составной частью опробования. Ниже в таблице 7.7 представлены затраты времени на полевые работы. Также с учётом работы специалистов в таблице 7.8 представлены затраты труда на опробование.

Таблица 7.7 - Затраты времени на опробование грунтов

№ п.п	Виды работ	Ед. измерения	Объём работ	Нормы времени	Источник времени	Затраты времени на объём (бр.-см)
1.	Отбор проб ненарушенного сложения	шт.	10	0,606	ЕНВиР, н.367; н.368	6,06
			20	0,771		15,42
2.	Отбор проб нарушенного сложения	шт.	40	0,519	ЕНВиР, н.365	20,76
3.	Отбор проб воды из скважин	проба	3	0,619	ЕНВиР, н.364	1,86
Итого:						44,1

Таблица 7.8 - Затраты труда на опробование

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед.работы	Затраты труда на весь объём (чел.-дн.)
Бурильщик 4 разряда	ССН-93 вып.1, ч.5 табл.474	1	44,1
Помощник бурильщика		1	44,1
Геолог I категории		0,05	2,2
Итого:			90,4

На опробование грунтов будет затрачено около 5,5 смен. В данных работах будут принимать участие бурильщик 4 разряда, помощник бурильщика, Геолог I категории.

## Лабораторные работы

Лабораторные исследования грунтов следует выполнять с целью определения их состава, состояния, физико-механических, химических свойств, для выделения классов, групп, подгрупп, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-2011. Лабораторные работы выполняются стандартными методами, согласно ГОСТ, начальником лаборатории, двумя инженерами-лаборантами и лаборантом по физико-механическим испытаниям.

В таблице 7.9 представлены результаты расчёта затрат времени на лабораторные работы. С учётом работы специалистов рассчитаны затраты труда на лабораторные работы, представленные в таблице 7.10.

Таблица 7.9 - Затраты времени на лабораторные работы

№ п.п	Виды работ	Объём работ	Нормы времени	Нормы по ЕНВиР	Затраты времени на объём (ч.)
1.	Определение грансостава ситовым методом	40	1,04	н.1656	41,6
2.	Определение природной влажности	70	0,519	н.1622	36,3
3.	Определение границы текучести и раскатывания	30	0,954	н.1631	28,6
4.	Определение плотности грунта	30	0,296	н.1626	8,88
5.	Определение плотности частиц грунта	70	0,339	н.1630	2,4
6.	Компрессионные испытания грунта с двумя ветвями компрессии	24	1,000	н.1646	24,00
7.	Испытание грунта методом одноплоскостного среза	24	2,000	н.1637	48,00
8.	Коррозионная	2	3,50	н.1808	7,0

	активность грунтов к бетону, железобетону, свинцовой и алюминиевой оболочкам кабеля				
9.	Коррозионная активность грунтов к стали	2	0,40	ССН-93, вып. 7, табл. 7.1, н. 1085	0,8
10.	Стандартный химический анализ воды	3	0,42	ССН-93 вып. 7, табл.1.1,	1,26
Итого:					198,84ч.

Таблица 7.10 - Затраты труда лабораторные работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед.работы	Затраты труда на весь объём (чел.-дн.)
Инженер-лаборант	ССН-93 вып.7, табл.7.2	0,08	15,9
Техник-лаборант		0,08	15,9
Начальник лаборатории		0,08	15,9
Итого:			47,7

По итогам расчётов на проведение лабораторных работ уйдёт около 25 смен. Лабораторные работы выполняют: инженер-лаборант, техник-лаборант, начальник лаборатории.

### Камеральные работы

Камеральные работы являются заключительным этапом изысканий, и в этот период производится анализ, интерпретация и обобщение всей собранной информации об инженерно-геологических условиях участка работ, конечным результатом которых является отчет об инженерно-геологических изысканиях. Планируемая длительность работ обусловлена опытом подобных работ и составляет 7 дней. По проведенным расчетам

составим таблицу необходимого времени на весь объем работ. Общее время изыскательских работ составит 30 дней.

Данные о заработной плате исполнителям и отчислениях на социальные нужды приведены в таблице 7.11.

Таблица 7.11 - Сведения о заработной плате исполнителям и отчислениях на социальные нужды.

Специалист	Заработная плата (руб.)	Оплата труда с учётом кол-ва смен	Отчисления в Фонд социального страхования (2,9 %)	Отчисления в пенсионный Фонд (22%)	Отчисления в федеральный Фонд медицинского страхования (5,1 %)	Отчисления в Фонд страхования от несчастных случаев (1%)
Машинист буровой установки	19000	2715	79	597	138	3
Помощник машиниста буровой установки	18000	2571	74	566	131	3
Бурильщик 2 разряда	23000	328	9	72	17	3
Помощник бурильщика 3 разряда	20000	286	8	63	14	3
Бурильщик 4 разряда	19000	4977	144	4180	254	50
Геолог I категории	27000	7073	205	1095	362	71
Инженер-лаборант	19000	22625	656	4977	1154	226

Техник-лаборант	17000	20225	586	4449	1031	202
Начальник лаборатории	25000	29750	863	6546	1517	297

## 7.2 Расчет сметной стоимости проектируемых работ

Стоимость инженерно-геологических работ рассчитана по Справочнику базовых цен (1999г.) на инженерно-геологические изыскания для строительства (цены приведены к базисному уровню на 01.01.1991г.), при этом введены следующие коэффициенты:

$K = 1,3$  – коэффициенты к итогу сметной стоимости в зависимости от районного коэффициента к заработной плате ;

$K = 45,12$  – инфляционный коэффициент согласно письму Минстроя России от 20.03.2017 № 8802-ХМ/09;

№п/п	Наименование видов работ	Обоснование цен	Расчёт стоимости					Стоимость, руб.
			Единица	Количество	Един. сметная стоимость по СПЦ-1999, руб	Един. сметная стоимость на 2017г.	Расчёт общей стоимости	
<b>Основные расходы</b>								
<b>Полевые работы:</b>								
1	Механическое бурение d 168 мм, 6 скважин, глубиной 22м II категория	СБЦ99, табл.19, §2	п.м	132	20,7	934	$132 * 1,3 * 934$	160274
2	Статическое зондирование	СБЦ99, табл.45, §5	точка	8	172,5	7783,2	$8 * 1,3 * 7783,2$	80945,3

	ие грунтов до 15м							
3	Отбор монолитов из скважин в интервале глубин до 10м	СБЦ99, табл.57, §1	мон.	10	22,9	1033,2	10*1,3*103 3,2	13431,6
4	Отбор монолитов из скважин в интервале глубин ниже 10 м	СБЦ99, табл.57, §2	мон.	20	30,6	1380,7	20*1,3*138 0,7	29823,1
5	Отбор проб нарушенно й структуры из скважин в интервале глубин до 10	СБЦ99, табл.59, §2	обр.	20	34,3	1547,6	20*1,3*154 7,6	35898,2
6	Отбор проб нарушенно й структуры из скважин в интервале глубин ниже 10	СБЦ99, табл.59, §2	обр.	20	34,3	1547,6	20*1,3*154 7,6	40237,6
7	Отбор проб воды	СБЦ99, табл.60, §2	проба	3	7,6	342,9	3*1,3*342,9	1337,3
<b>Итого стоимость полевых работ: 361947,1</b>								
<b>Лабораторные работы:</b>								
8	Полный комплекс определени я физических свойств глинистых грунтов	СБЦ99, табл. 63, §8	компл.	30	47,1	2125,1	30*1,3*212 5,1	82878,9
9	Грансостав ситовым методом с промывкой	СБЦ99, табл. 62, §23	обр.	40	17,6	794,1	40*1,3*794 ,1	41293,2

10	Плотность частиц грунта пикнометрическим методом	СБЦ99, табл. 62, §5	обр.	40	7,2	324,9	40*1,3*324,9	16894,8
11	Влажность песчаных грунтов	СБЦ99, табл. 62, §1	обр.	40	4,0	180,5	40*1,3*180,5	9386
12	Компрессионные испытания грунта	СБЦ99, табл. 62, §30, 33	обр.	24	14,0	631,7	24*1,3*613,7	19147,4
13	Испытания грунта методом одноплоскостного среза	СБЦ99, табл. 62, §31	обр.	24	16,2	731	24*1,3*731	22807,2
14	Коррозионная активность к бетону и железобетону	СБЦ99, табл. 75, §5	опред.	2	25,4	1146	2*1,3*1146	2979,6
15	Коррозионная активность грунтов по отношению к свинцовым и алюминиевым оболочкам кабеля	СБЦ99, табл. 75, §3	опред.	2	20,5	925	2*1,3*925	2405
16	Коррозионная активность грунтов по отношению к стали	СБЦ99, табл. 75, §4	опред.	2	18,2	821,2	2*1,3*821,2	2135,1
17	Стандартный анализ воды	СБЦ99, табл. 73, §.2	опред.	3	67,3	3036,6	3*1,3*3036,6	11842,7
18	Анализ водной вытяжки	СБЦ99, табл. 71, §.1	опред.	2	48,8	2201,9	2*1,3*2201,9	5725
Итого стоимость лабораторных работ: 217494,9								
<b>Камеральные работы:</b>								

19	Камеральная обработка материалов буровых работ II категории сложности, 132 п.м.	СБЦ99, табл. 82, §1	п.м	132	8,2	370	132*1,3*370	63492
20	Камеральная обработка полевого испытания грунтов статическим зондированием	СБЦ99, табл. 83, §3	п.м.	120	38,3	1728,1	120*1,3*1728,1	269583,6
21	Камеральная обработка лабораторных работ	СБЦ99, табл. 86, §1	%	20	20% от 217494,9			43499
22	Составление программы	СБЦ99, табл.81, §4	программа	1	800	36096	1,3*36096	46924,8
23	Составление отчета, II категория сложности	СБЦ99, табл.87, §1	отчёт	1	18% от 423499,4			76229,9
Итого стоимость камеральных работ: 499729,3								
Итого стоимость основных расходов проектируемых работ: 1079171,3								
Сопутствующие расходы:								
Накладные расходы						20% от 1079171,3		215834,3
Плановые накопления						8% от 1295005,6		103600,4
Резерв:						3% от 1398606		41958,2
Итого стоимости работ:								1440564
НДС 18%								259301
Итого сметная стоимость работ								1699865

На участке запроектированы буровые работы, инженерно-геологическое опробование, полевые опытные исследования грунтов, лабораторные и камеральные работы. Все исследования должны проводиться по методике, регламентированной нормативно-техническими документами. Работы на исследуемом участке планируется выполнить в течение 30 дней.

Анализируя сметный расчет стоимости полевых, лабораторных и камеральных работ при проведении инженерно-геологических изысканий для разработки проекта строительства можно отметить, что высокие затраты на проведение инженерно-геологических изысканий связаны тем, что данный вид изысканий требует больших затрат финансовых и материальных ресурсов.

Весь комплекс работ будет выполняться в определенной последовательности. Сметная стоимость инженерно-геологических работ под строительство 10-ти этажного жилого дома составляет один миллион шестьсот девяносто девять тысяч восемьсот шестьдесят пять рублей.

### ***7.3 Структура затрат***

Соотношение затрат инженерно-геологических изысканий представлено на рисунке 1. Большая часть затрат – 34% приходится на прочие расходы, в том числе на накладные расходы, плановые накопления, резерв, 27% на камеральные расходы, 20 % на выполнение полевых работ, а оставшиеся 12% на лабораторные работы.

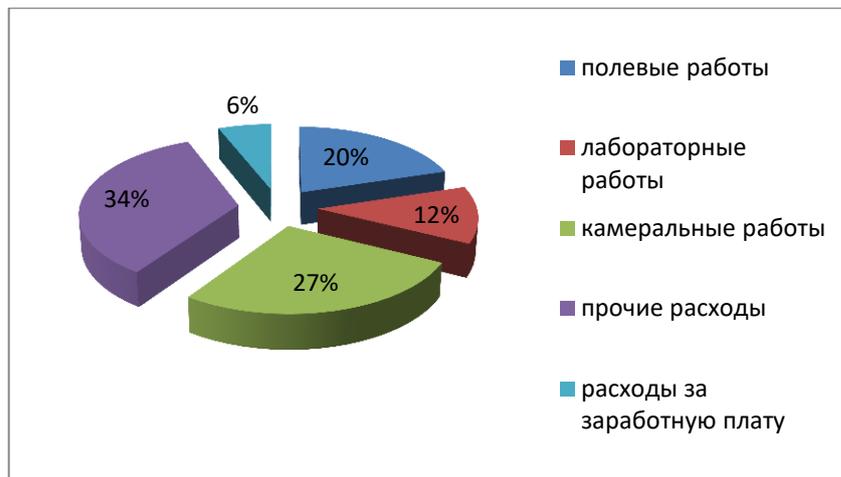


Рис.7.1 – Соотношение видов затрат инженерно-геологических изысканий в процентах.

## 8. Социальная ответственность

### 8.1. Профессиональная социальная безопасность

В административном отношении участок проектируемого строительства располагается в г. Томске, по ул. Нарановича,13. Целью работы является изучение инженерно-геологических условий г. Томска и составление проекта инженерных изысканий под строительство 10этажного жилого дома. Изыскательные работы проводились ПАО «Томск ТИСИЗ». В дальнейшем вся работа и обработка данных проводилась в грунтоведческой лаборатории и отделе инженерной геологии в данной организации.

Для решения задач инженерно-геологических изысканий на участке II категории сложности инженерно-геологических условий, техническим заданием и ответственностью проектируемого сооружения проектом предусматриваются буровые, лабораторные и камеральные работы. Буровые работы проводятся на открытой площадке, на территории микрорайона «Зелёные горки». Полевые работы планируется выполнить за сентябрь и октябрь.

Обработка материалов предыдущих этапов будет проводиться в камеральных условиях, с помощью ПЭВМ. На основе запроектированных работ выявлены источники потенциальной опасности, распознавание которых проведено на основании ГОСТ 12.0.003-74 [44]. Источники опасности разделены на виды опасных и вредных факторов, соответствующие каждому этапу изысканий (таблица 8.1).

Таблица 8.1 - Основные элементы производственного процесса инженерногеологических работ, формирующие опасные и вредные факторы

Этапы работ	Наименование запроектированных видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
		Вредные	Опасные	
Полевой этап (на открытом	-бурение скважин –полевое	1.Отклонение показателей микроклимата на	1.Движущиеся машины и механизмы	ГОСТ 12.2.003-91 [18] ГОСТ 12.1.003-83 [15] ГОСТ 12.1.012-2004 [16]

воздухе)	испытание грунтов статическим зондированием -опробование грунтов.	открытом воздухе 2.Повышенные уровни шума и вибрации	производстве ного оборудования 2.Поражение электрически м током	ГОСТ 12.4.011-89 [17]
Лабораторный и камеральный этап (в закрытом помещении)	1. Лабораторные работы: -определение физикомеханических и прочностных показателей свойств грунтов -определение агрессивности грунтов 2. Камеральные работы: -обработка материалов буровых работ -обработка лабораторных работ -обработка полевых испытаний грунтов	1.Отклонение показателей микроклимата в помещении 2.Недостаточная освещенность рабочей зоны 3. Повышенные уровни электромагнитных и ионизирующих излучений 4.Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны 5.Превышение уровней шума 6.Монотонность труда и умственное перенапряжение	1.Электрический ток; 2.Статическое электричество ;	ГОСТ 12.1.003-2014 [7] ГОСТ 12.1.004-91 [13] ГОСТ 12.1.005-88 [6] ГОСТ 12.1.045-84 [11] ГОСТ Р 12.1.019-2009 [9] ГОСТ 12.1.038-82[10] СанПиН 2.2.2/2.4.134003[5] СанПиН 2.2.1./2.1.1.127803[3] СанПиН 2.2.4.548-96[2] СП 12.13130.2009 [12] ГОСТ 12.0.003-74 [1] Р 2.2.2006-05 [8]

Все предусмотренные проектом работы выполняются в соответствии с правилами, инструкциями, постановлениями мероприятий отряда.

## **8.2 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению**

### **Полевой этап**

#### ***Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.***

Трудовая деятельность человека всегда протекает в определенных метеорологических условиях. Они определяются сочетанием температуры воздуха, скорости его движения, относительной влажности, барометрическим давлением и тепловым излучением от нагретых поверхностей. Если работа выполняется на открытых площадках, то метеорологические условия определяются климатическим поясом и сезоном года. Неблагоприятные

климатические условия могут негативно сказываться на здоровье человека, снижать его трудоспособность и производительность труда [4].

Климат рассматриваемой территории резко континентальный с четко выраженными четырьмя сезонами. Отличается значительной сезонной изменчивостью притока солнечной радиации, хорошо выраженным годовым ходом температуры воздуха. Среднегодовая температура воздуха (данные по г. Томску) составляет  $0,6^{\circ}\text{C}$ . Максимум приходится на июль ( $18,1^{\circ}\text{C}$ ), минимум - на январь ( $-19,2^{\circ}\text{C}$ ). Коэффициент вариации средней годовой температуры равен по модулю 1,5, что свидетельствует о довольно существенной ее изменчивости. Абсолютная минимальная температура воздуха  $-55^{\circ}\text{C}$ . Все намеченные полевые работы планируется проводить в осенний период с сентября по октябрь.

Ультрафиолетовые лучи в умеренных дозах положительно влияют на организм. При сильной солнечной радиации ультрафиолетовые лучи большой мощности могут вызвать дерматит кожи с явлениями отека, жжения, зуда, сопровождающимися иногда повышением температуры тела, головной болью. Для предупреждения появления дерматита следует использовать спецодежду, которая закрывает кожный покров и голову от прямых солнечных лучей.

Средства индивидуальной защиты, предназначенные для использования в особых температурных условиях, обусловленных ежегодными сезонными изменениями температуры, выдаются работникам с наступлением соответствующего периода года [58].

Работодатель обязан организовать надлежащий учет и контроль за выдачей работникам СИЗ в установленные сроки. СИЗ, выдаваемые работникам, должны соответствовать их полу, росту, размерам, а также характеру и условиям выполняемой ими работы.

Для защиты от неблагоприятного воздействия климатических факторов предусматриваются следующие виды средств индивидуальной защиты [58]:

- спецодежда (костюм хлопчатобумажный, костюм с водоотталкивающей пропиткой, костюм от дождя),
- специальная обувь (ботинки кожаные, сапоги резиновые)
- средства защиты рук (перчатки хлопчатобумажные и резиновые)
- головные уборы (каска, шапки и панамы).

### Повышенные уровни шума

Оценка условий труда в производственных помещениях и на отдельных рабочих местах во многом зависит от интенсивности шума и его частотной характеристики.

Шум может создаваться работающим оборудованием (буровой установкой, установкой статического зондирования, установками сжатия воздуха, преобразователями напряжения). В результате исследований установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются в ГОСТ 12.1.003-83 [51]. Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука по ГОСТ 12.1.003-83. Представлены в таблице 8.2.

Таблица 8.2 - Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука (ГОСТ 12.1.003-83 с изм. 1999 г.)

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Источником вибрации является буровая установка и установка статического зондирования. Наиболее опасна для человека вибрация с частотой 16-250 Гц.

К основным законодательным документам, регламентирующим вибрацию, относится ГОСТ 12.1.012-2004. [52] Гигиенические нормы уровней виброскорости представлены в таблице 8.3

Таблица 8.3 - Гигиенические нормы уровней виброскорости [52]

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	1	2	4	8	16	31.5	63	125	250	500	1000
Транспортная	132	123	114	108	107	107	107	-	-	-	-
Транспортнотехнологическая	-	117	108	102	101	101	101	-	-	-	-
Технологическая	-	108	99	93	92	92	92	-	-	-	-
Локальная вибрация	-	-	-	115	109	109	109	109	109	109	109

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

- качественное изготовление деталей станков и машин;
- замена металлических соударяющихся деталей на неметаллические;
- правильная организация труда и отдыха (устройство кратковременных перерывов в работе);
- применение средств индивидуальной защиты (противошумные вкладыши, противошумные наушники, шлемофоны и др.).

Основные мероприятия по борьбе с вибрацией:

- виброизоляция
- применение пружинных, резиновых и других амортизаторов или упругих прокладок;
- правильная организация труда и отдыха: кратковременные перерывы в работе (по 10-15 мин. через каждые 1 – 1,5 часа работы);
- активная гимнастика рук, теплые водяные ванны для конечностей и другие;
- применение средств индивидуальной защиты.

В качестве средств индивидуальной защиты применяются рукавицы с прокладкой на ладонной поверхности и обувь на толстой мягкой подошве, согласно ГОСТ 12.4.011-89 [53].

### **Камеральный этап**

#### *Отклонение показателей микроклимата в помещении*

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность.

В рабочей зоне помещения отдела инженерной геологии должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия соответствующие СанПиН 2.2.4.548-96 [6363]. Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые параметры - обычными системами вентиляции и отопления. В камеральных помещениях необходимо предусматривать систему отопления. При этом колебания температуры в течение суток не должны превышать 2-3°C.

Работа в офисном помещении относится к категории Ia так как, не требует систематического физического напряжения, в отличии от работы в лаборатории, которая относится к категории IIб из-за работы, связанной с ходьбой и перенесением тяжестей до 10 кг.

Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений представлены в таблице 8.4

Таблица 8.4 - Оптимальные величины показателей микроклимата рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, (печь муфельная МИМП-3УЭ) должны соответствовать значениям, приведенным в СанПиН 2.2.4.548-96 [63].

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м<sup>2</sup> при облучении 50% поверхности человека и более, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [63].

Таблица 8.5 - Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м <sup>2</sup> , не более
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Производственное освещение – неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека. При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе

производства. Производительность труда находится в прямой зависимости от рациональности освещения и повышается на 10–12%.

Нормирование освещенности производится в соответствии с СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03 [64]. В нормах регламентируется ряд требований к качеству освещения:

- равномерное распределение яркости и отсутствие резких теней;
- в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость;
- освещенность должна быть постоянной во времени;
- оптимальная направленность светового потока; освещенность должна иметь спектр, близкий к естественному [16].

Согласно действующим СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03 и правилам для искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещённость рабочих мест, а для естественного и совмещённого - коэффициент естественной освещённости (КЕО). При выполнении работ высокой зрительной точности величина коэффициента естественной освещенности должна быть больше или равна 1,5%. Нормирование освещенности производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами, которые устанавливают минимальный (нормативный) показатель освещенности - СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03 [64].

Таблица 8.6 - Параметры систем естественного и искусственного освещения на рабочих местах (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [64])

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г-горизонтальная, В-вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО едн, %		КЕО едн, %		Освещенность, лк		
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при комбинированном освещении		при общем освещении
				всего	от общего			
Аналитические лаборатории	Г-0,8	4,0	1,5	2,4	0,9	600	400	500
Кабинеты информатики и вычислительной техники	Г-0,8 Экран дисплея: В-1	3,5 -	1,2 -	2,1 -	0,7 -	500 -	300 -	400 200

Для искусственного освещения в помещении использованы светильники с люминесцентными лампами общего освещения диффузные ОД2-80. Светильник имеет 2 лампы по 80 Вт. Для исключения засветки экранов дисплеев прямыми световыми потоками светильники общего освещения располагают сбоку от рабочего места, параллельно линии зрения оператора и стене с окнами.

В лаборатории для системы общего люминесцентного освещения выбраны светильники типа ОД,  $\lambda=1,4$ . Светильники размещены в три ряда. В каждом ряду можно установить 10 светильников типа ОД мощностью 40Вт при этом разрывы между светильниками в ряду составят 50 см.

Повышенные уровни электромагнитных и ионизирующих излучений

Персональные ЭВМ являются источниками широкополосных электромагнитных излучений: мягкого рентгеновского, ультрафиолетового, ближнего инфракрасного, радиочастотного диапазона, сверх и инфра низкочастотного, электростатических полей.

Допустимые параметры электромагнитного поля приведены в СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 [64] (табл. 8.7).

Мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 50мм от экрана не должна превышать 0.1 мбэр/ч.

Табл. 8.7 Допустимые уровни ЭМП, создаваемые ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500В

К основным методам защиты от электромагнитных излучений относятся [64]:

1. Ограничение времени нахождения работающих в электромагнитном поле (не более двух часов в день).

2. Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

3. Для снижения воздействия дисплеев рекомендуется работать на дисплеях с защитными экранами.

Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При проведении лабораторных исследований в воздух выделяются вредные и опасные твердые и жидкие вещества, а также пары и газы. Пары и газы образуют с воздухом смеси, а твердые и жидкие частицы образуют аэродисперсные системы – аэрозоли.

Пыль, попадая в организм человека, оказывает фиброгенное воздействие, заключающееся в раздражении слизистых оболочек дыхательных путей. Оседая в легких, пыль задерживается в них. При длительном вдыхании пыли возникают профессиональные заболевания легких – пневмокониозы. При вдыхании пыли, содержащей свободный диоксид кремния (SiO<sub>2</sub>), развивается наиболее известная форма

пневмокониоза – силикоз [16]. Для воздуха рабочей зоны производственных помещений и открытых площадок в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 [45] устанавливают предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ. ПДК выражаются в миллиграммах (мг) вредного вещества, приходящегося на 1 кубический метр воздуха, т. е. мг/м<sup>3</sup>. ПДК пыли приведены в таблице 8.8

Таблица 8.8 - Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ.

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/ м <sup>3</sup>	Агрегатное состояние	Класс опасности
Пыль растительного и животного происхождения: с примесью диоксида кремния	4	аэрозоль	III

Мероприятия для снижения содержания пыли в воздухе рабочей зоны:

- увлажнение обрабатываемых материалов предупреждает пыление, попадание частиц пыли в воздух рабочей зоны;
- применение средств индивидуальной защиты.

От воздействия вредных веществ, находящихся в воздухе рабочей зоны, рекомендуется использовать индивидуальные средства защиты работающих (респираторы), однако следует учитывать, что при этом существенно снижается производительность труда персонала [16].

*Превышение уровня шума на рабочем месте.*

В лабораторном этапе выполнения инженерно-геологических исследований, шум вызывают дробильные установки. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются ГОСТ 12.1.003-83 [51].

Таблица 8.9 - Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука [46]

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Помещения лабораторий для проведения экспериментов	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

На данном, лабораторном этапе эффективными мероприятиями по борьбе с вредным фактором являются:

1. Правильная организация труда и отдыха (устройство кратковременных перерывов в работе).
2. Применение средств индивидуальной защиты (противошумные вкладыши, противошумные наушники, шлемофоны и др.).

Монотонность труда и умственное перенапряжение.

На данном этапе работы включают в себя все виды деятельности, требующие напряжения работы головного мозга, центральной нервной системы и зрительного напряжения.

Факторы трудового процесса: тяжесть труда и монотонность труда проводится в соответствии с руководством Р 2.2.2006–05 [6060].

Количественной оценкой умственного труда является степень нервноэмоциональной напряженности. Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на ЦНС, органы чувств, эмоциональную сферу работника. Характеризуется интеллектуальными нагрузками (содержание работы, степень сложности задания), сенсорными (длительность наблюдения и число одновременно наблюдаемых объектов: контрольно-измерительные приборы, продукт производства), эмоциональными (степень ответственности, риска для собственной жизни и безопасности других лиц), степенью монотонности

нагрузок, режимом работы (продолжительность рабочего дня, сменность работы).

В соответствии с Р 2.2.2006-05 [60] класс условий труда по напряженности трудового процесса характеризуется как вредный:

- решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам (работа по серии инструкции);
- обработка, проверка и контроль за выполнением задания;
- работа в условиях дефицита времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат.

На нормализацию условий труда работников направлены следующие мероприятия:

- чередование периодов работы и отдыха;
- двукратный отпуск в течение одного года работы;
- целесообразность пятидневной рабочей недели с двумя выходными днями подряд [16].

Элементами рационального режима труда и отдыха являются производственная гимнастика и комплекс мер по психофизиологической разгрузке, в том числе функциональная музыка.

### ***8.3 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению***

#### **Полевой этап**

##### Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.

При работе в полевых условиях используются самоходная буровая установка УГБ-1ВС на базе а/м ГАЗ-66а также оборудование, которое имеет острые кромки. Важным считается проведение различных мероприятий и соблюдение техники безопасности. Основным документом, регламентирующим работу с производственным оборудованием, является ГОСТ 12.2.003-91 [18]. До начала бурения следует тщательно проверить

исправность всех механизмов буровой установки и другого вспомогательного оборудования.

Следует помнить, что работы по ликвидации аварий трудоемкие; ошибки, допущенные при ликвидации аварий, ведут к возникновению новых, более сложных аварий, что приводит к потерям и непроизводительным затратам рабочего времени.

Согласно ГОСТ Р 12.4.026-2001 [55] вывешиваются инструкции, и плакаты по технике безопасности, предупредительные надписи и знаки, а так же используются сигнальные цвета. Вращающиеся части, и механизмы оборудуются кожухами и ограждениями. Своевременно производится диагностика оборудования, техническое обслуживание и ремонт.

Инструменты должны содержаться в исправности и чистоте, соответствовать техническим условиям завода-изготовителя и использоваться в соответствии с эксплуатационными требованиями. Инструменты с режущими кромками и лезвиями следует переносить и перевозить в защитных чехлах и сумках, согласно ГОСТ 12.2.003-91 [18].

#### Электрический ток

Опасность поражения электрическим током зависит от окружающей среды и обстановки. Согласно ПУЭ [правила устройства электроустановок] все участки работы на земле под открытым небом относятся к III классу – особо опасные помещения.

Данные работы отнесены к особо опасным, в связи высокой влажностью воздуха, близкой к 100%; местам с химически активной средой, т. е. где по условиям производства содержатся пары или образуются отложения, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

Основными причинами несчастных случаев, как правило, являются слабый контроль за состоянием заземления, нарушение изоляции токопроводных частей оборудования, обслуживания электрооборудования малоквалифицированным персоналом. Нарушение правил безопасности при

использовании электроустановок и электрооборудования может привести к поражению электрическим током. Электробезопасность должна обеспечиваться: конструкцией электроустановок; техническими способами и средствами защиты; организационными и техническими мероприятиями. Электрические установки, в данном случае установка статического зондирования УСЗ-15.ZBT на базе шасси КАМАЗ 43118, представляют для человека большую потенциальную опасность, т.к. органы чувств человека не могут на расстоянии обнаружить наличия электрического напряжения на оборудовании. Для защиты персонала от поражения электрическим током применяется защитное заземление и индивидуальные средства защиты. Такие как диэлектрические перчатки, переносные заземления, диэлектрические инструменты, и другие средства индивидуальной и коллективной защиты. Также немаловажна роль предупредительных плакатов. Выбор и использование средств индивидуальной защиты производится в соответствии с ГОСТ 12.4.011-89 [5353].

### **Камеральный этап**

#### ***Электрический ток***

Помещения лаборатории и камеральной обработки материалов относятся к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током, так как они характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность, а именно:

- влажность воздуха превышающая 75%;
- наличием токопроводящей пыли;
- наличием токопроводящих полов;
- температура воздуха превышающая 35°С.

Производственные помещения соответствуют данным требованиям. Относительной влажностью не более 60%, отапливаемые помещения, без токопроводящей пыли, с температурой воздуха в среднем 20° С, с токонепроводящими полами, где исключена возможность одновременного

прикосновения человека к металлическим корпусам электрооборудования и металлическим конструкциям здания и механизмам, соединенным с землей.

Общие требования по электробезопасности отражены в ГОСТ 12.1.019-2009[9] и ГОСТ 12.1.038-82 [47].

При производстве лабораторных и камеральных работ потенциальную опасность представляет компьютерное оборудование, в процессе пользования которым человек может прикоснуться к частям, оказавшимся под напряжением. Предельно допустимые уровни напряжений и токов регламентированы ГОСТ 12.1.038-82[4747].

Поражения электрическим током можно избежать при правильной организации работ с соблюдением правил эксплуатации электрического оборудования и техники безопасности при работе на нем.

Рабочие места должны быть оборудованы отдельными щитами с общим рубильником электропитания, который должен находиться в легкодоступном месте, иметь закрытый зануленный металлический корпус с указанием величины номинального напряжения.

Требования электробезопасности при работе на ЭВМ: все узлы одного компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование должно питаться от одной фазы электросети.

- для отключения компьютерного оборудования должен использоваться отдельный щит с автоматами защиты и общими рубильниками;

- все соединения ЭВМ и внешнего оборудования должны проводиться при отключенном электропитании.

К основным мероприятиям, направленным на ликвидацию причин травматизма относятся:

- систематический контроль состояния изоляции электропроводов и кабелей;

- разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации средств вычислительной техники, и контроль за их соблюдением;
- соблюдение правил противопожарной безопасности;
- своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово-профилактических работ и предупредительных ремонтов.

#### Статическое электричество

Источником статического электричества является - электростатическое поле (ЭСП), возникающее в результате облучения экрана монитора ПЭВМ потоком заряженных частиц. Неприятности, вызванные им, связаны с пылью, накапливающейся в электростатически заряженных экранах, которая летит на оператора во время его работы за монитором.

Нормирование уровней напряженности ЭСП осуществляют в соответствии с ГОСТ 12.1.045-84 [49] в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряжения ЭСП равен 60 кВ/м в течение 1ч. Воздействие электростатического поля (ЭСП) на человека связано с протеканием через него слабого тока (несколько микроампер). Электротравм никогда не наблюдается, однако вследствие рефлекторной реакции на ток возможна механическая травма при ударе о рядом расположенные элементы конструкций, падении с высоты.

Предотвратить образование статического электричества или уменьшить его величину можно наведением зарядов противоположного знака, изготовлением трущихся поверхностей из однородных материалов. Ускорению снятия зарядов способствует заземление оборудования, увеличение относительной влажности воздуха и электропроводности материалов с помощью антистатических добавок.

#### **8.4 Экологическая безопасность**

Воздействие экологически вредное - воздействие объекта хозяйственной или иной деятельности, приводящее к значительным, иногда необратимым изменениям в природной среде и оказывающее негативное

влияние на человека [63]. Инженерно-геологические работы, как и прочие производственные виды деятельности человека, наносят вред геологической среде (таблица 8.10).

Таблица 8.10 Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при инженерно-геологических работах [62]

Природные ресурсы, компоненты геологической среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Почва	Уничтожение и повреждение почвенного слоя	Рекультивация земель
	Загрязнение производственными отходами	Вывоз отходов (свалки, отвалы)
Грунты	Нарушение состояния геологической среды	Ликвидационный тампонаж скважин, геомониторинг
	Нарушение физико-механических свойств горных пород	Мероприятия по укреплению грунтов (цементация, битуминизация, силикатизация)
Атмосферный воздух	Загрязнение атмосферного воздуха при работе оборудования	Установление нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферный воздух

В процессе бурения выполняют следующие охранные мероприятия:

- конструкции скважин должны обеспечивать изоляцию подземных вод от поверхностных и грунтовых;
- промывочные жидкости и химические реагенты, применяемые для промывки должны исключать загрязнение подземных вод;
- слив использованного промывочного раствора и химических реагентов в открытые водные бассейны и непосредственно на почву запрещается;
- все использованные жидкости и химические реагенты вывозятся в специальные места для захоронения;
- обязательна ликвидация возможных вредных последствий от воздействия на природу;
- не допускается загрязнение участка проведения работ;

- для предотвращения пожаров необходимо строго соблюдать правила пожарной безопасности;
- установка маслосборников для быстрого удаления ГСМ;
- ликвидация скважин методом послонной засыпки ствола, извлеченным грунтом с послонной трамбовкой.

По окончанию буровых работ должна быть проведена рекультивация, то есть комплекс мероприятий по восстановлению земельных отводов. Оборудование и железобетонные покрытия демонтируют и вывозят, остатки дизельного топлива и моторного масла сжигают, глинистый раствор вывозят, нарушенный растительно-почвенный покров закрывают дерном и почвенным слоем. Ввиду непродолжительности полевых работ и незначительности выбросов воздействие на окружающую среду при соблюдении природоохранных мер оценивается как незначимое и допустимое [62].

### ***8.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях***

В зоне расположения проектируемого объекта и места производства лабораторных и камеральных работ вероятность наступления чрезвычайных ситуаций природного характера (наводнение, землетрясение и т.д.) крайне мала. Наиболее вероятные ЧС техногенного характера связаны с пожарной и взрывной опасностью.

#### **Пожарная и взрывная безопасность**

Основными причинами пожаров на производстве являются: причины электрического характера (короткие замыкания, перегрев проводов); неосторожное обращение с огнем (бросание горячей спички, высыпание вблизи сгораемых строений и материалов, не затушенных углей, шлака золы); неисправность и неправильная эксплуатация электрооборудования; неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса [9].

Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, проходят специальную противопожарную

подготовку, которая состоит из первичного и вторичного противопожарных инструктажей. Результаты проверки оформляются записью в «Журнал регистрации обучения видов инструктажа по технике безопасности» согласно ГОСТ 12.1.004-91 [50].

Для быстрой ликвидации возможного пожара на территории базы располагается стенд с противопожарным оборудованием согласно ГОСТ 12.1.004-91 [50]:

1. Огнетушитель марки ОВП-10 и ОП-10 (з) - 2 шт.
2. Ведро пожарное - 2 шт.
3. Багры - 3 шт.
4. Топоры - 3 шт.
5. Ломы - 3 шт.
6. Ящик с песком, 0,2 м<sup>3</sup> - 2 шт.

Пожарный щит необходим для принятия неотложных мер по тушению возможного возгорания до приезда пожарной бригады. Инструменты должны находиться в исправном состоянии и обеспечивать в случае необходимости возможность либо полной ликвидации огня, либо локализации возгорания.

Территория организации, в том числе лаборатория, и кабинеты постоянно должна содержаться в чистоте и систематически очищаться от отходов производства. Запрещается загромождать предметами и оборудованием проходы, коридоры, выходы и лестницы. Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в направлении выходов из зданий. На видном месте у огнеопасных объектов должны быть вывешены плакаты предупреждения: «Огнеопасно, не курить!».

Помещение лаборатории и камеральное по пожарной взрывной относятся к категории В1-В4 – пожароопасное (согласно ФЗ № 123 от 22.07.2008 г. «Технический регламенту о требованиях пожарной безопасности» [9]).

Помещения соответствуют данной категории, так как внутри содержатся горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и

трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть.

Для устранения причин пожара электрического характера необходимо: регулярно контролировать сопротивление изоляции электрической сети, принять меры от механических повреждений электрической проводки. Во всех электрических цепях устанавливается отключающая аппаратура (предохранители, магнитные пускатели, автоматы). Сечение проводов электрической сети должно соответствовать установленной мощности.

Для устранения возможности пожара в помещении необходимо соблюдать противопожарные меры:

- ограничение количества горючих веществ;
- максимально возможное применение негорючих веществ;
- устранение возможных источников возгорания (электрических искр, нагрева оболочек оборудования);
- применение средств пожаротушения (огнетушители, ящики с песком и т. д. (см. ниже));
- использование пожарной сигнализации;
- содержание электрооборудования в исправном состоянии, после окончания работ все установки должны обесточиваться;
- наличие в помещении средств пожаротушения (огнетушители типа ОУ-3, пожарный инструмент, песок) и содержание их в исправном состоянии;
- разрешение курения в только отведенных для этого местах;
- содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии;
- проводить раз в год инструктаж по пожарной безопасности;
- назначать ответственного за пожарную безопасность.

Согласно СНиП 21-01-97 эвакуационными выходами считаются такие, которые ведут:

а) из помещений первого этажа непосредственно (или через коридор, вестибюль, лестничную клетку) наружу;

б) из помещений любого этажа, кроме первого, в коридор или проход, ведущий к лестничной клетке или непосредственно в лестничную клетку, имеющую выход наружу;

в) из помещения в соседние помещения в том же этаже, обеспеченные выходами наружу непосредственно или через коридор, вестибюль, лестничную клетку.

Суммарная ширина лестничных маршей в зависимости от количества людей, находящихся в наиболее населенном этаже, кроме первого, а также ширина дверей, коридоров или проходов на пути эвакуации во всех этажах должны применяться не менее 0,6 м на 100 человек. Минимальная ширина эвакуационных дверей – 0,8 м, высота дверей и проходов – не менее 2 м. Ширину проходов, коридоров, дверей, лестничных маршей и площадок лестниц следует принимать следующей (в м): проход от 1,0; дверь от 0,8 до 2,4; лестничный марш от 1,05 до 2,4; площадка лестницы 1,05 (не менее ширины марша) [50].

#### ***8.6 Правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности***

Согласно правилам безопасности при геологоразведочных работах ПБ 08-37-93 [59] работники должны проходить обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры с учетом профиля и условий их работы в порядке, установленном Министерством здравоохранения РФ.

К техническому руководству геологоразведочными работами допускаются лица, имеющие соответствующее специальное образование.

К работе в качестве бурового и горного мастеров допускаются лица, имеющие право ответственного ведения этих работ.

Специалисты, являющиеся непосредственными руководителями работ (мастера, прорабы, механики) или исполнителями работ, должны проходить проверку знаний правил безопасности не реже одного раза в год.

К выполнению работ допускаются лица, возраст которых соответствует установленному законодательством, прошедшие медицинский осмотр в установленном порядке и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, имеющие соответствующую квалификацию и допущенные к самостоятельной работе в установленном порядке [59].

Производственные, административные и бытовые помещения геологоразведочных предприятий, а также находящиеся в них оборудование и инвентарь должны содержаться в соответствии с требованиями инструкции по санитарному содержанию помещений и оборудования производственных предприятий (№ 658-66) [59].

Производственные помещения, рабочие места, проходы и подходы к оборудованию, механизмам и вспомогательным приспособлениям должны содержаться в чистоте и не загромождаться.

В лаборатории особые правила безопасности, из-за наличия в помещении большого количества оборудования, приборов, реагентов и др. веществ. Согласно правилам безопасности при геологоразведочных работах ПБ 08-37-93 [59], должны выполняться следующие условия:

-здания и помещения лабораторий должны быть оборудованы с учетом вредности производства и правил устройства промышленных предприятий и удовлетворять "Санитарным нормам проектирования промышленных предприятий" (СН 245-71). Здания и помещения лабораторий, в которых производятся работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений, должны также соответствовать "Основным санитарным правилам работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87". Все работы с радиоактивными веществами и другими источниками

ионизирующих излучении должны выполняться в соответствии с требованиями ОСП-72/87.

- в помещениях лабораторий, где производятся работы с горючими жидкостями, горючей пылью и газами, образующими с воздухом взрывоопасные смеси, следует применять электрооборудование во взрывобезопасном исполнении.

- посуда с химическими веществами должна быть с соответствующими этикетками. На банках с ядовитыми веществами должна стоять надпись "Яд".

- запрещается использовать химическую посуду для хранения пищевых продуктов и приема пищи. В производственных помещениях запрещается хранить и принимать пищу, а также курить.

- тяжелые жидкости, кислоты, щелочи и другие едкие жидкости нельзя засасывать в пипетки ртом.

- во всех лабораториях, где производятся работы с кислотами и щелочами, должен быть дежурный противогаз.

- при работе с баллонами высокого давления следует руководствоваться "Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением".

- запрещается при работе с компрессионными и гидравлическими инженерно-геологическими приборами оставлять их без надзора до снятия давления, подходить к прибору за исключением снятия отсчета по индикатору; в остальное время работник, обслуживающий прибор, должен находиться на расстоянии не менее полуторной длины подвески. Запрещается проводить испытания, если струбцины и планки не укреплены надежно и прочно.

- все соединения приборов и баллонов должны быть надежно закреплены с расчетом на максимальное давление.

- все помещения должны иметь внутреннюю отделку, исключающую накопление и сорбцию паров токсичных веществ и допускающую уборку

любым способом (вакуумным, влажным). Полы должны иметь нескользкую поверхность и легко очищаться.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведённых исследований территорию микрорайона Зелёные горки г.Томска можно отнести к устойчивой по отношению к механическому воздействию.

Рассчитанный коэффициент устойчивости двух наиболее опасных участков с наибольшими углами наклона подтверждает что устойчивость склона обеспечена, так как  $K_{st} > 1$ , что соответствует рекомендациям по количественной оценке устойчивости оползневых процессов. Коэффициенты составляют 1,6 и 1,9.

Рассчитанная осадка на всей территории микрорайона является допустимой, согласно положениям СНиП №2.02.01 – «Деформации зданий и сооружений».

Важным условием сохранения устойчивости исследуемой территории, является выполнение некоторых природоохранных мер, в числе которых сохранение природной влажности грунтов, водоотведения поверхностных и подземных вод, соблюдение зоны отступа застройки от бровки оползнеопасного склона. Крайне отрицательное воздействие окажут подрезка склонов и пригрузка склонов различными объектами.

### *Список использованной литературы*

1. Аверкина Т.М., Герасимова А.С., Ершова С.Б. и др. Устойчивость геологической среды: теория, проблемы картографирования  
Инженерная геология: теория, практика, проблемы. М., 1993 С.12-26
2. Голодовская Г.А., Елисеев Ю.Б. Геологическая среда промышленных регионов : - М.: Недра, 1989.-220с (глава 2)
3. Гродзинский М.Д. Устойчивость геосистем. Теоретический подход к анализу и методы количественной оценки. Изв. АН СССР. Сер.геогр., 1987, №6.С. 5-15 (глава 2)
4. Дутова Е.М., Емельянова Т.Я., Кузеванов К.И. Основы практической гидрогеологии и инженерной геологии: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 115 с.
5. Губин В.Н., Ковалев А.А., Сладкопечев С.А., Ясовеев Г.М. Экология геологической среды: Учеб. пособие. – Мн.: БГУ, 2002. – 120 с.
6. Гудымович С.С., Рычкова И.В., Рябчикова Э.Д. Геологическое строение окрестностей г.Томска (территории прохождения геологической практики): учебное пособие / С.С. Гудымович, И.В. Рычкова, Э.Д. Рябчикова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 84 с.
7. Евсеева Н.С., Окишев П.А. Экзогенные процессы рельефообразования и четвертичные отложения суши : учеб. пособие. Томск : Изд-во НТЛ, 2010. Ч. 1. 300 с.
8. Евсеева Н.С. География Томской области. (Природные условия и ресурсы.). - Томск: Изд-во Томского ун-та, 2001. — 223 с.
9. Егоров Б.А. и др. Обобщение и анализ геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических материалов по территории г. Томска с целью обоснования проведения картографирования масштаба 1:25 000. Проект на проведение картографирования территории г. Томска в масштабе 1:25 000

- (методическая часть). Томск, 1997. Т.1. Текст. – 87 с. (Фонды ОАО «Томскнефтегазгеология»)
10. Земцов А.А. География Томской области — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1988, — 246 с.
  11. Королёв В.А. Мониторинг геологической среды: Учебник / Под редакцией В.Т. Трофимова. – М.: Изд-во МГУ, 1995.-272с.
  12. Косова Л. С. Природа города Томска : учебное пособие / Л. С. Косова; Том. гос. ун-т. – Томск, 1999. 115с.
  13. Косова Л.С. Рельеф и антропогенные отложения в черте г. Томска // География и природные ресурсы. 1992. № 1. С. 156–160.
  14. Кочуров, Б. И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории . – Смоленск : СГУ, 1999. – 154 с.
  15. Красовская И.А. Устойчивость эколого-геологических систем: содержание и определение
  16. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Томск: Издательство ТПУ, 2003. – 144 с.
  17. Ломтадзе В.Д. Геологический словарь. СПб. : Изд-во СПб ГУ, 1999. 360 с.
  18. Макушин Ю.В., Савичев О.Г., Шинкаренко В.П., Кириленко Т.Д. Геохимическое состояние малых рек – притоков Томь // Материалы международн. конгресса «ЭК-ВАТЭК-2002», М., 2002, С.46.
  19. Никаноров А.М., Куцева П.П. Гидрохимические аспекты организации мониторин-га на малых реках СССР//Экологические модели малых рек и водоемов. Тр. советско-датского симпозиума. – Л.: Гидрометеиздат, 1985, С.43-48.
  20. Осинцева Н.В. Природные условия развития овражной эрозии на территории г. Томска // География и природопользование Сибири : сб. ст. Барнаул : Изд-во Алтайск. гос. ун-та, 2002. С. 126–137.
  21. Парначёв В.П., Парначёв С.В. Геология и полезные ископаемые

- окрестностей города Томска. Материалы к полевой геологической экскурсии. Справочное пособие. Томск: Томский государственный университет, 2010. - 192 с.
22. Парфёнов Г.К. Состояние качества воды рек Томи и Ушайки. - Томск, 1996. - 103 с.
23. Пасечник Е.Ю./ Эколого-геохимическое состояние природных сред территории города Томска. Вестник Томского государственного университета, выпуск № 306 / 2008
24. Попов В.И. Состояние и задачи изучения осадочных формаций // Совещание по осадочным породам. М. : АН СССР, 1952. Вып. 1. С. 59—87.
25. Рааковская Э.М., Давыдов М.И. / Физическая география России: Учеб. для студ. пед. высш. учеб. заведений: В 2 ч. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. – Ч. 2. – 304 с.
26. Рассказов Н.М., Савичев О.Г. Гидрогеохимические условия юго-востока Западной Сибири (на примере бассейна р.Томь) // Геоэкология, 1999, №4, с.314-320.
27. Реймерс, Н. Ф. Природопользование. Словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – М. : Мысль, 1980. – 637 с.
28. Рождественская Л.А. Инженерно-геологические условия территории г. Томска // Основания и фундаменты зданий в условиях строительства г. Томска. – Томск: Изд-во Томского гос. ун-та, 1977. с. 3–17
29. Савичев О. Г. Реки Томской области: состояние, охрана и использование. - Томск: Изд-во ТПУ, 2003.
30. Савичев О.Г. Химический состав речных вод бассейна Верхней и Средней Оби // Вопросы географии Сибири. Вып.23. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1999, С.164-170.
31. Савичев О.Г., Шинкаренко В.П., Кириленко Т.Д. и др. Эколого-геохимическое состояние вод р.Ушайки в летне-осенний период //

- Гидрогеология и инженерная геология. Геоэкология и мониторинг геологической среды. Мат-лы Междуна-родн.конф. «Горно-геологическое образование в Сибири». Томск: Изд-во Томск.политехн.ун-та, 2001, С.87-90.
- 32.Сергеев Е.М. Инженерная геология — наука о геологической среде // Инженерная геология. 1979. № 1. С. 3—19.
- 33.Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология. Учебник. - М.: ЗАО Теоинформмарк", 2002.- 415 с.
- 34.Трофимова И. Е., Балыбина А. С. Классификация климатов и климатическое районирование Западно-Сибирской равнины // География и природ. ресурсы. — 2014. — № 2. — С. 11–21
- 35.Чибилев, А. А. Введение в геоэкологию (эколого-географические аспекты природопользования) / А. А. Чибилев. – Екатеринбург : УрО РАН, 1998. – 124 с.
- 36.Чистяков А.А., Макарова Н.В., Макаров В.И. Четвертичная геология. М. : ГЕОС, 2000. 303 с.
- 37.Шакирова А.Р. Геоэкологический анализ урбанизированных территорий (на примере г. Томска) : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Томск : Том. гос. ун-т, 2007. 24 с.

#### *Фондовая литература*

- 38.Атлас рисков природного, техногенного, биолого-социального характера на территории Томской области / под общ. ред. И.Ф. Киржакова. – Томск: Томскгеомониторинг, 2008. – 104 с.
- 39.Генеральный план г. Томска: Приложение №1 к решению Думы г. Томска от 27.11.2007 № 687. Томск, 2007. 72 с.
- 40.Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1 - 6. Выпуск 20. Томская, Новосибирская, Кемеровская области, Алтайский край
- 41.Ресурсы поверхностных вод СССР, -Л.: Гидрометеиздат, 1972. Т. 15. -Вып. 2 . - 510 с.

- 42.Состояние поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и со-оружений на территории Томской области в 2001 г.: Информационный бюллетень. Вып.4. – Томск: ТЦ Томскгеомониторинг, 2002. – 82.
- 43.Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2010 году / гл. ред. А.М. Адам. Томск : Графика DTP, 2011.144 с.

***Нормативная литература:***

- 44.ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
- 45.ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарногигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01.01.89).
- 46.ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности
- 47.ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общин требования и номенклатура видов защиты
- 48.ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1)
- 49.ГОСТ 12.1.045-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
- 50.ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1)
- 51.ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N 1)
- 52.ГОСТ 12.1.012-2004. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие

требования

- 53.ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация
- 54.ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности
- 55.ГОСТ Р 12.4.026-2001 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний
- 56.ЕНВиР « Сборник единичных сметных расценок и норм времени на инженерно-геологические изыскания» - М. 1983 -269 с.
- 57.Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» приказ №108 1993г
- 58.Межотраслевые правила обеспечения работников специальной одеждой и обувью и другими средствами индивидуальной защиты. (Минздравсоцразвития РФ от 01 июня 2009 года №290 с изменениями от 27.01.2010 №28)
- 59.Правила безопасности при геологоразведочных работах ПБ 08-37-93
- 60.Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М.: Минздрав России, 1999.
- 61.СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с Изменением N 1)
- 62.СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства.
- 63.СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 64.СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых

- и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
65. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
66. СН-93 «Сборник сметных норм». М.:1993
67. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы за 1992 год выпуск №1, №7 (СН-92, Вып.1, Вып.7);
68. Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы за 1993 год выпуск №1 (СНОР-93, Вып.1);
69. Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства за 1999 год (СБЦ -99).

#### ***Интернет ресурсы***

70. Томск ГП Комплексный градостроительный анализ . Инженерно-геологические условия. Минерально-сырьевые ресурсы. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [[http://map.admin.tomsk.ru/pages/gp\\_pub/2tom/p0213.html](http://map.admin.tomsk.ru/pages/gp_pub/2tom/p0213.html)]
71. Официальный сайт Томск Водоканал [Электронный ресурс] – Режим доступа: [[http://www.vodokanal.tomsk.ru/kachestvo\\_vody.html](http://www.vodokanal.tomsk.ru/kachestvo_vody.html)].
72. Официальный сайт Томской домостроительной компании. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [<http://tdsk.tomsk.ru/>]

## Slope Stability

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ51	Грифинштейн Т.И.		

Консультант – лингвист кафедры ИЯПР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИЯПР	Матвеевко И.А.	д.фил.н.		

## **Slope Stability**

The slope stability analyses in geotechnical engineering have followed closely the developments in soil and rock mechanics as a whole. Slopes either occur naturally or are engineered by humans. Slope stability problems have been faced throughout history when men and women or nature has disrupted the delicate balance of natural soil slopes. Furthermore, the increasing demand for engineered cut and fill slopes on construction projects has only increased the need to understand analytical methods, investigative tools, and stabilization methods to solve slope stability problems. Slope stabilization methods involve specialty construction techniques that must be understood and modeled in realistic ways. An understanding of geology, hydrology, and soil properties is central to applying slope stability principles properly. Analyses must be based upon a model that accurately represents site subsurface conditions, ground behavior, and applied loads. Judgments regarding acceptable risk or safety factors must be made to assess the results of analyses. The analyses are generally carried out at the beginning, and sometimes throughout the life, of projects during planning, design, construction, improvement, rehabilitation, and maintenance. Planners, engineers, geologists, contractors, technicians, and maintenance workers become involved in this process. This chapter is intended for individuals who deal with slope stability problems, including most geotechnical engineers and geologists who have an understanding of geotechnical engineering principles and practice [5].

In most applications, the primary purpose of slope stability analysis is to contribute to the safe and economic design of excavations, embankments, earth dams, landfills, and spoil heaps. Slope stability evaluations are concerned with identifying critical geological, material, environmental, and economic parameters that will affect the project, as well as understanding the nature, magnitude, and frequency of potential slope problems. When dealing with slopes in general and slope stability analysis in particular, previous geological and geotechnical experience in an area is valuable. The aims of slope stability analyses are

- To understand the development and form of natural and man made slopes and the processes responsible for different features.
- To assess the stability of slopes under short-term (often during construction) and longterm conditions.
- To assess the possibility of slope failure involving natural or existing engineered slopes.
- To analyze slope stability and to understand failure mechanisms and the influence of environmental factors.
- To enable the redesign of failed slopes and the planning and design of preventive and remedial measures, where necessary.
- To study the effect of seismic loadings on slopes and embankments.

Stability analyses are routinely performed in order to assess the safe and functional design of an excavated slope (e.g. open pit mining, road cuts, etc.), and/or the equilibrium conditions of a natural slope. The analysis technique chosen depends on both site conditions and the potential mode of failure, with careful consideration being given to the varying strengths, weaknesses and limitations inherent in each methodology [5].

### ***Factors Affecting the Stability of a Slope***

a) Slope Geometry: The slope geometry is an important factor which disturbs the stability of the slopes. The basic geometrical slope design parameters are height of the bench, overall slope angle and the total area of failure surface [10]. Stability of slope decreases with increases in height and slope angle. The curvature of the slope has profound effect on the instability and therefore convex section slopes should be avoided in the slope design. Greater the slope angle and higher the height less is the stability.

b) Geological Structure: A rock slope may become unstable and fail along pre existing structural discontinuities, by failure through intact material or by failure along a surface formed partly along discontinuity and partly through intact material. Instability may occur if the strata dips into the excavations. Localized steepening of strata is critical for the stability of the slopes. Stability is hampered if a clay band comes in between the two rock bands. Bedding planes and Joints are also zones of weaknesses [5].

Stability of the slope is therefore dependent on the shear strength available along such surface, on their orientations with respect to the slope and water pressure action on the surface [7]. This shear strength that is available along joint surface depends on the functional properties of the surface and the effective stress which are transmitted normal to the surface. Joints can create a situation where the failure planes involve a combination of joint sets that provide a cross over surface

c) Lithology: The rock materials constituting a pit slope determines the rock mass strength modified by discontinuities, folding, faulting, old workings and weathering. Low rock mass strength is characterized by quasi-circular raveling and rock fall instability like the formation of slope in massive sandstone restricts stability. Pit slopes containing soil alluvium or weathered rocks have low shearing strength and it is further reduced if water seeps through them. These types of slopes should be flatter.

d) Ground Water: Excess water content in a slope reduces the cohesion and frictional parameters and also the normal effective stress. It causes increased up thrust and has adverse effect on the stability of the slopes. The chemical and physical effect of pure water pressure in joints filling material can thus alter the cohesion and friction of the discontinuity surface. It provides uplift on the joint surfaces and reduces the frictional resistance. This in turn reduces the shearing resistance along the probable failure plane by reducing the effective normal stress on it. The effect of the water pressure in the rock pores causes a decrease in the

compressive strength predominantly where the confining stress has been reduced [5].

e) Mining Method: Essentially there are four methods of advance in surface mining. They are:

- Strike cut- advancing down the dip
- Strike cut- advancing up the dip
- Dip cut- along the strike
- Open pit working

The use of dip cuts with advance on the strike reduces the time and length that a face is exposed during excavation. Dip cuts which advance in an oblique manner to strike are used to reduce the strata dip in to the excavation. The Open pit method is used in sharply dipping seams because the greater slope height is more prone to buckling modes of failure. Dip cut is the most stable method of working but it suffers from restricted production potential. In circular failures spoil dumps are more common. Mining equipment which piles on the benches of the open pit mine gives rise to the increase in surcharge, which in turn increases the downward pulling force on the slope and thus instability occurs.

f) Time: The time for which a slope has to stand after excavation should be considered as well. The slopes that are generally found in surface mines have to stand for a short time but they encounter the same rigorous treatment as in civil projects. In the long term, the progressive strain softening rate is a significant factor in the slope stability [13].

### ***Types of rock slope failure***

Slope failures are major natural hazards that occur in many areas throughout the world. Slopes expose two or more free surfaces because of geometry . Plane, wedge, toppling, rockfall and rotational (circular/non-circular)

types of failure are common in slopes (Figure 1). The first four are more predominant in rock slopes and are primarily controlled by the orientation and the spacing of discontinuities planes with respect to the slope face. The pattern of the discontinuities may be comprised of a single discontinuity, or a pair of discontinuities that intersect each other, or a combination of multiple discontinuities that are linked together to form a failure mode [9].

Circular and non circular failure occurs in soil, mine dump, heavily jointed or fractured rock mass and very weak rock. The types of slope failure are primarily controlled by material properties, water content and foundation strength [5].

### ***Stability analysis of slope : circular failure***

Most conventional stability analyses of slopes have been made by assuming that the curve of potential sliding is an arc of a circle. The procedures of stability analysis may be divided into two major categories. Slip circle method of circular failure analysis uses the theory of limiting equilibrium. It solves a two-dimensional rigid body stability problem using potential slip surface of circular shape. This method is used to investigate the equilibrium of a soil mass tending to move down the slope under influence of gravity.

The trial slip circle is drawn and the material above the assumed slip surface is divided into a number of vertical strips or slices. In the ordinary slip circle, the forces between slices are neglected and each slice is assumed to act independently as a column of soil of unit thickness and width. The weight of each slice is assumed to act at its centre. The factor of safety is assumed to be the same at all points along the slip surface. The surface with the minimum factor of safety is termed the critical slip surface. Such a critical surface and the corresponding minimum factor of safety represent the most likely sliding surface [2].

### ***Stability Analysis in Presence of Water***

Water is the most important factor in most of the slope stability analysis. Pore water in soil can strongly influence the physical interaction among soil grains.

Changes in pore pressures can directly impact the effective stresses, which in turn, affect both the shear strength and consolidation behaviour of soil. Therefore, analysis of pore fluid seepage plays an important role in the solution of many geotechnical problems, especially those concerning the stability analysis of slopes and retaining structures.

Failure of soil slopes, both natural and man-made, during or shortly after rainfall is a commonly occurring phenomena. Such rainfall related failures are often associated with tropical areas, where intense rainfall may occur seasonally, and the soils are residual soils derived from the underlying rock. Under these conditions, infiltration may result in large volume of water entering into unsaturated soil slope. Such infiltration may lead to the soil becoming fully saturated, or an increased degree of saturation, without full saturation being achieved.

Whenever loads are applied to the surface of a soil, they set up stresses within it. As the porefluid has a low compressibility, it will not easily change its volume. As a result, pore-fluid pressures are set up. In soils of low permeability, these excess pore-fluid pressures cannot escape except after the passage of much time, and are therefore likely to have a major influence on the behavior of the soil. Conversely, in soils of high permeability, the excess pore-fluid pressures escape so readily that to all intents and purposes they may be ignored. The term 'drained' is used here to denote absence of excess or stress change induced by pore water pressures, whereas, the term 'undrained' is used to denote their presence. It is also possible to have partly drained conditions after the escape of some of the excess pore fluid pressures.

There are two types of water flow in surface or subsurface: steady state flow and transient flow.

In the steady state flow, the pore water pressure is constant whereas, it is always changing in transient flow. Transient pore pressure is developed in response

to short but intense rainfall and plays an important role in slope failure occurrences [14].

### *Seismic Analysis*

Stability of a slope can be affected by seismicity in two ways: earthquake and blasting. These seismic motions are capable of inducing large destabilizing inertial forces. In general, three methods of analysis have been proposed for the evaluation of slopes response under such conditions.

1. Pseudostatic Method: The earthquake's inertial forces are simulated by the inclusion of static horizontal and vertical forces in limit equilibrium analysis.

2. Newmark's Displacement Method: This method is based on the concept that the actual slope accelerations may exceed the static yield acceleration at the expense of generating permanent displacements (Newmark, 1965).

3. Dynamic Finite Element Analysis: This is a coupled two or three dimensional analyses using appropriate constitutive material model that will provide details of concerning stresses, strains, and permanent displacement [11].

### *Slope Stabilization*

In mountainous terrain, safer operation of highways and railways, power generation and transmission facilities, and the safety of residential and commercial developments often require stable slopes and control of rock falls. Many transportation systems were constructed over a century ago in the case of railroads, and decades ago in the case of many highways. At that time, the blasting techniques that were often used in construction caused significant damage to the rock. Further, deterioration of stability conditions is likely due to weathering of the rock since the time of construction, and loosening of the surficial blocks by ice and water, and also by the growth of tree roots. All these effects can result in on-going instability that may justify remediation programs.

Open pit mines tolerate a certain degree of slope instability unless there is a hazard to the miners or there is a significant loss of production. For example, minor failures of benches usually have little effect on mining operations unless the fall lands on a haul road and results in tyre or equipment damage.

A number of methods have been used to stabilize slopes, each of them found to be appropriate for a particular set of conditions.

1. Application of Slope
2. Purpose of stabilizing
3. Time available
4. Accessibility of the site
5. Types of construction equipment, and
6. The cost of repair

Various geotechnical, construction and environmental issues must be considered while selecting and designing stabilization measures appropriate for a site. Construction and environmental issues, which can affect the cost and schedule of the work should also be addressed during design phase of the project. Other issues that are frequently important are equipment access, available work time during traffic closures, and disposal of waste rock and soil [5].

### ***Slope Monitoring: Techniques and Instruments***

Slope movement is most common in open pit mines [4]. Several mines continue to operate safely with moving slopes with the help of monitoring to enable timely warning against deteriorating stability conditions. Slopes are designed with a factor of safety to control the risk of injury and equipment damage due to likely danger of slope failures and rock falls [4]. Geological structures, rock mass properties, and hydrologic conditions are important elements for design of safe and efficient slope structures. Groundwater, surface water, and precipitation runoff can

be controlled to abate their deleterious effects on stability. Benches and berms are normally used to stop rocks before they fall far enough to pose a significant hazard. Mechanical rock fall catchment systems or secondary supports may also be used to stabilize slopes in particular locations. However, even a carefully designed and constructed slope may fail because of unidentified geological structures, unexpected weather conditions, or seismic activities. For these reasons, regular examination and systematic monitoring of slopes are important for early detection of failure and associated hazard.

Slope failures do not occur spontaneously. Prior to failure, measurable movement and/or the development of tension cracks may occur. In contrast to this, landslide is a result of long-term movement of slopes creeping for hundreds of years resulting in accumulative movement of tens of meters. Such movement may be superimposed for short periods of more rapid movement resulting from major events like earthquakes. Under such conditions, monitoring of slope stability and landslides involve selecting certain parameters and observing their behaviour with time. The two most important parameters are, displacement and groundwater levels. Slope displacement can be characterized, in terms of depth of failure plane(s), direction, magnitude, and rate, using conventional slope monitoring, whereas, piezometers can be used for determination of water levels. Surveying of fixed surface monuments deploying extensometers, inclinometers, and tiltmeters allow determination of direction and rate of slope movement and depth and areal extent of the failure plane [12].

### ***Landslide***

Landslides are geological phenomena causing flow of rock, earth, or debris flows on slopes due to gravity in coastal, offshore or onshore environment. It also known as mud flows, debris flows, earth failures, slope failures, etc., and can be triggered by rains, floods, earthquakes, and other natural causes as well as human-made causes, such as grading, terrain cutting and filling, excessive development, etc. The factors affecting landslides can be geophysical or human-made, they can

occur in developed areas, undeveloped areas, or any area where the terrain was altered for roads, houses, utilities, and buildings. The down-slope movement of material is further subdivided into two broad categories i.e. Slope Failures and Sediment Flows [1].

### ***Slope Failure***

Slope Failures are characterized by a sudden failure of the slope resulting in transport of debris down hill by sliding, rolling, falling, and slumping.

### ***Slumps***

It is a form of mass wasting that occurs when a coherent mass of loosely consolidated materials or rock layers moves a short distance down a slope. Movement in slumps, involves the movement of relatively intact masses of rock or sediment downslope along a curved concave upward failure plane, characterized by sliding along a concave-upward or planar surface. The upper surface of each slump block remains relatively undisturbed. Causes of slumping include earthquake shocks, thorough wetting, freezing and thawing, undercutting, and loading of a slope. Heavy rains or earthquakes usually trigger slumps. Translational slumps occur when a detached landmass moves along a planar surface. Common planar surfaces of failure include joints or bedding planes, especially where a permeable layer overrides an impermeable surface (figure 2). Block slumps are a type of translational slump, in which one or more related block units move downslope as a relatively coherent mass [1].

### ***Mine Waste Dump***

The Overburden of waste and uneconomic mineralized rock is required to be removed to mine the useful mineral resource in a surface mining operation. In this process a dump is formed by casting the waste material and dumping it in nearby area. The dump so formed is known as mine waste dump. Waste dump may be classified as internal and external dump. External dump is created outside the pit whereas internal dump is created inside back of the mining area.

These waste rock dumps are heterogeneous in terms of grain size and structure. The fragmentation of rock in a dump is a product of number of mechanical processes, like drilling, blasting, ripping, etc. Consequently, dump rock may range in size from clay particles to boulders (e.g. less than 0.1 mm to greater than 1 m in diameter). Natural gravity sorting of rock poured from a haulage truck onto a waste dump face may result in a vertical size distribution, finer materials tend to remain near the top and coarse materials tend to roll down the face toward the toe of the dump.

As most of the waste rock disposal facilities at open pit mines are constructed with run off mine materials using trucks, there is very little control over the exact size distribution of these materials. However, modern blasting technology allows considerable control on the size of largest particles. In-pit crushing of waste rock is also done at a few mines to reduce the size of material, to transport it by belt conveyors out of the pit to the disposal facility. Often overburden and waste rocks are end-dumped from the trucks and the excess material is bulldozed over the storage facility edge to construct slopes at the angle of repose, where the outer slope is just stable under the static loading conditions at the site and is typically 37–40°.

The manner in which a waste rock dump is designed and constructed can also result in significant differences in structure. Commonly, construction of a dump progresses by addition of material to its top at the face, allowing waste rock to form a continuously renewed veneer on the face. The dump progresses outward horizontally, as successive layers are added to the face. However, some dumps are engineered in other ways, resulting in significantly different coarse and durable rock such as chert, placed at the base to allow unrestricted flow of stream through base of the dump. Waste rock dumps are also constructed in layers resulting in a sequence or stack of dumps with internal structures. For instance, in order to enhance stability and minimize the release of fine sediments into the down-stream environment, some dumps are designed with a French drain, a layer of coarse and

durable rock such as chert, placed at the base to allow unrestricted flow of stream through base of the dump. Waste rock dumps are also constructed in layers resulting in a sequence or stack of dumps.

The shape of a mine dump is mainly based on the nature and topography of the area, where they are emplaced. Mine dump can take the shape of one or a combination of many different configurations, such as valley-fill, cross-valley, side-hill, ridge, or heaped, depending on the topography of the area [1].

### *Sensitivity, Probability And Reliability Analysis*

Traditional slope stability analysis methods are defined as those which treat slopes as deterministic condition with using uniquely defined parameters. It uses principles of static equilibrium to evaluate the balance of driving and resisting forces. The factor of safety is defined as the resisting forces divided by the driving forces, or alternatively as the shear strength divided by the calculated shear stresses [6].

In deterministic analysis, single fixed values (typically, mean values) of representative samples or strength parameters or slope parameters are used in the analysis [8]. The deterministic is unable to account for variation in slope properties and parameters and other variable conditions. Geotechnical properties of Slope parameters have always pose some uncertainties in the simulation. This uncertainty imposes a limit on our confidence in the response or output of the model.

Probabilistic analysis in slope stability involves quantity the task of quantitatively the source uncertainty. A probabilistic analysis is based on a correct randomness determination of the parameters affected by uncertainties. Therefore, the probability density function of each of the random variable is demined which governs the stability problem.

The accuracy of an experimental probability density distribution depends on the number of observations. Geometrical features of rock discontinuities such as spacing, orientation and persistence are gathered at lower costs than shear strength

features of discontinuities. A probabilistic analysis model requires the knowledge or the reliable estimation of: The independence of the random variables or the correlation between random variables.

Many variables are involved in slope stability evaluation and the calculation of the factor of safety. It requires geometrical data, physical data on the geologic materials and their shearstrength parameters (cohesion and angle of internal friction), pore-water pressures, geometry of slope, and the unit weights, water pressure, seismic acceleration and friction angle, etc. Traditional slope stability analysis uses single value for each variable in the calculate of factor of safety equations. The output of a traditional stability analysis is a single-value of factor of safety in deterministic estimate of whether the slope will stand or collapse.

Single value of the factor of safety approach cannot quantify the probability of failure, or level of risk, associated with a particular design situation [15]. A probabilistic approach to studying geotechnical issues offers a systematic way to treat uncertainties, especially slope stability.

The variable associated with slope design are uncertain due to many reasons. Therefore, to account for uncertainty the probabilistic method can be used for assessing the stability of slope. These are many source of uncertainty in slope stability analysis. The amount of uncertainty varies from one analysis to another and from one site to another. These uncertainties are

1. Site topography
2. Site straitigraphy and variability
3. Geologic origins and characteristics of subsurface materials
4. Groundwater level.
5. In- situ soil and /or rock characteristics

## 6. Engineering properties

## 7. Soil & rock behavior

A probabilistic approach, on the other hand, allows for the systematic analysis of uncertainties and for their inclusion in evaluating slope performance [16]. Important geotechnical parameters such as shear strength parameters and pore water pressures may be regarded as random variables, each with a probability distribution, rather than deterministic values or constants. Consequently, the factor of safety  $F$  of a slope under specified conditions must also be regarded as a random variable with a probability distribution.

If one could compute factors of safety with absolute precision, a value of  $F=1.1$  or even  $1.01$  would be acceptable. However, because the uncertainties involved in computing factors of safety, so the computed values of  $F$  are never absolutely precise [7].

It can be said that this definition of factor of safety is based on the assumption that  $F$  is the same for every point along the slip surface. This calls into question whether such analyses are reasonable, because it can be shown, for example by finite element analyses, that the factor of safety for every slice is not the same, and limit equilibrium analysis is not true

The reliability of a slope ( $R$ ) is an alternative measure of stability that considers explicitly the uncertainties involved in stability analyses [8]. The reliability of a slope is the computed probability that a slope will not fail and is  $1.0$  minus the probability of failure [6]:

$$R = 1 - Pf$$

Where  $Pf$  the probability of failure and  $R$  is is the reliability or probability of no failure. Factors of safety are more widely used than  $R$  or  $Pf$  to characterize slope stability. Although  $R$  and  $Pf$  are equally logical measures of stability. The value of the factor of safety used in any given case should be commensurate with

the uncertainties involved in its calculation and the consequences that would ensue from failure. The greater the degree of uncertainty about the shear strength and other conditions, and the greater the consequences of failure, the larger should be the required factor of safety [3].

### *Classification systems in slope stability analysis*

A number of classification system are available for analysis of slope stability. Some of the most commonly referred classification system are :

Slope Mass Rating (SMR)

Chinese Slope Mass Rating System (CSMR)

Rock slope rating (RSR)

Slope stability rating (SSR) classification system, and

Dump mass rating

## Bibliography:

1. Ashkan, V., M. Larry and A. Hosam / Monitoring Systems for Warning Impending Failures in Slopes and Open Pit Mines - Nat Hazards, 2010. – p.512.
2. Cao, J. G., and M. Z. Musharraf / Short Communications : Analytical Method for Analysis of Slope Stability, International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, 1999. - p. 449.
3. Cawood. F. T, Afreni. T. B/ Slope Monitoring using Total Station: What are the Challenges and How Should These be Mitigated? - Johannesburg; University of the Witwatersrand, 2001. – p.184
4. Ding, X., Ren, D., Montgomery, B. and Swindells, C., / Automatic monitoring of slope deformations using geotechnical instruments - Journal of Surveying Engineering, 2001. - p.68.
5. Giani G.P./ Rock Slope Stability Analysis Alkema - Rotterdam, 1988. - 355 p.
6. Hudson. J, Harrison. J. / Engineering Rock Mechanics - Elsevier Science Ltd, UK, 1997. – p.292
7. Jiang, B. S., M. F. Cai, and A. Z. Lv / Analytical Calculation of Slope Stability - Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2004. - p.272
8. Kumar, Deepak / Numerical Modelling and Field Monitoring of Stability of Cut Slopes, 2015. – p.139
9. Miller, S. / Engineering Design of Rock Slopes in Open-Pit Mines Based on Computer Simulations of Bench Stability. Niosh contract report.
10. Nicholas, D.E., and D.B. Sims / Slope Stability in Surface Mining - Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 2001.-p.203.
11. Ortega J. H., Rapiman M. / Predictive Index for slope instabilities in open pit mining , 2016

- 12.Osasan, S.K. and Afeni, T.B., / Review of slope monitoring techniques - Journal of Mining Science, 2010. - p. 186
- 13.Panet, M. / Discussion on Graphical Stability Analysis of Slopes in Jointed Rock. ASCE Journal of Soil Mechanics and Foundations, 1969. - p.1541
- 14.Piteau D.R. and Peckover, F.L., / Engineering of Rock Slopes. In Special Report 176: Landslides: Analysis and Control". TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1989. - p.234
- 15.Singh, V.K. and Singh, J.K. and Kumar, Ajit., / Geotechnical Studies and optimal slope design at Lajkura Opencast coal mine", International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences,2004. - p. 524
- 16.Shu, J. S. / Study on Key Factors Influencing Slope Stability and Integration of Mining and Slope Control in Surface Mines, PhD thesis, China University of Mining and Technology, Xuzhou,2009.-p.150

# Схема расположения микрорайона Зелёные горки



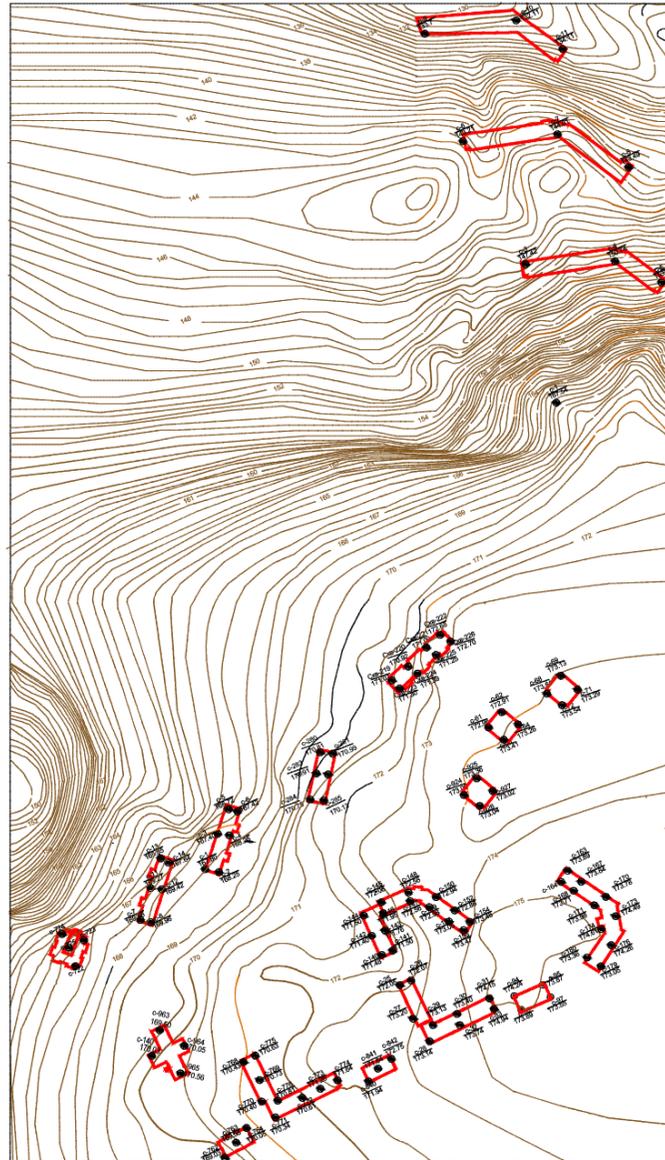
Условные обозначения:

 границы микрорайона

МОиН РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2017г
ИПР	Направление 20.04.02 - Природообустройство и ландшафтоведение	гр.2ВМ51
<b>Выполненная квалификационная работа магистранта</b>		
ТЕМА	Оценка устойчивости геологической среды микрорайона Зелёные горки (г. Томск)	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Схема расположения микрорайона "Зелёные горки"	
СТУДЕНТ		Гриффинштейн Т. И.
РУКОВОДИТЕЛЬ		Бракоренко Н. Н.
ЗАВ. КАФЕДРОЙ		Гусева Н. В.
		<b>1</b>

# Схема расположения скважин (микрорайон Зелёные горки), 2017г.

Масштаб 1:5000

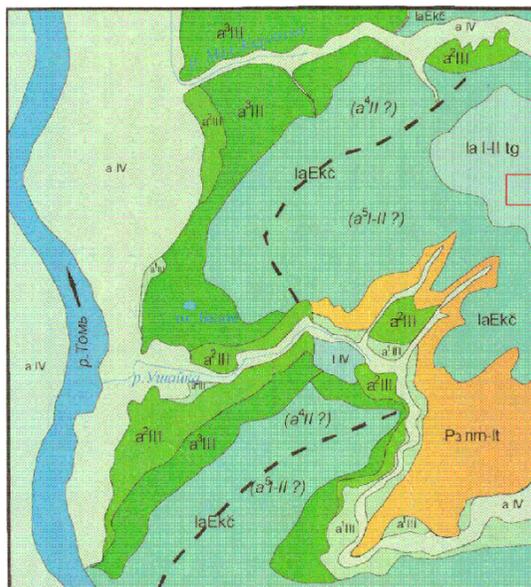


## Условные обозначения:

- 
 Скважина: в числителе номер скважины, в знаменателе - абс. отм. устья
- 
 Изолинии рельефа, абс.отметки, м.
- 
 Контур сооружения

МОиН РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2017г
ИПР	Направление 20.04.02 - Природоборьство и экологическое	гр.2ВМ51
Выпускная квалификационная работа магистранта		
ТЕМА	Оценка устойчивости геологической среды микрорайона Зелёные горки (г.Томск)	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Схема расположения скважин (микрорайон Зелёные горки)	Масштаб 1:5000
СТУДЕНТ	Гриффингейн Т.И.	
РУКОВОДИТЕЛЬ	Бракороско Н.И.	
ЗАВ. КАБЕДРОЙ	Гулова Н.В.	
		<b>2</b>

# Схематическая карта четвертичных отложений г.Томска



(Примечание: толща покровных лёссовидных суглинков sa III-IV с карты снята)

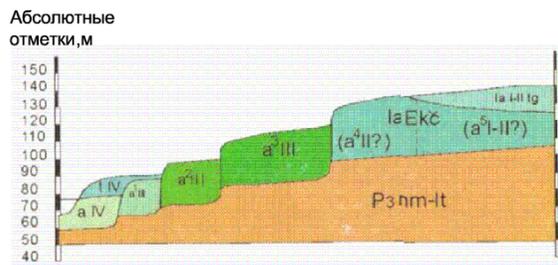
Масштаб 1:25000

Гудымович С.С., 2001г.

## Условные обозначения:

- tIV Техногенные отложения
- aIV Современные аллювиальные отложения пойм рек Томь, Киргизка, Ушайка. Галечники, пески, супеси, суглинки.
- aIII Верхнечетвертичные отложения I п/п террасы рек Томь, Ушайка, Киргизка, Галечники, пески, супеси, суглинки.
- aII Верхнечетвертичные отложения II п/п террасы рек Томь, Ушайка, Киргизка, Галечники, пески, супеси, суглинки.
- aI Верхнечетвертичные отложения III п/п террасы реки Томь. Пески, супеси, суглинки
- la I-II tg Озерно-аллювиальные отложения тайгинской (федосовской) свиты
- la Ekс Эоплейстоценовые озерно-аллювиальные отложения кочковской свиты. Галечники, пески, суглинки, глины (ранее выделялись как отложения IV и V террас)
- P3 nm-lt Дочетвертичные отложения
- Граница
- микрорайон Зелёные горки

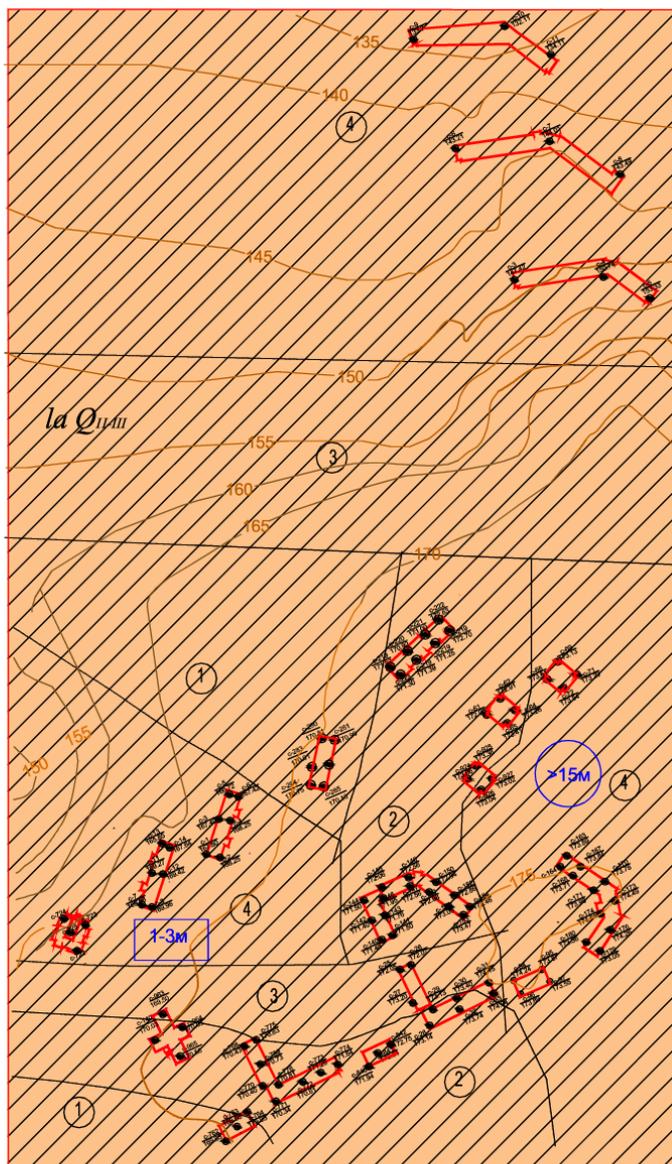
## Схема соотношений четвертичных отложений



МОиН РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2017г
ИПР	Направление: 20.04.02 - Природобустройство и водоканализация	гр.2ВМ51
Выпускная квалификационная работа магистранта		
ТЕМА	Оценка устойчивости геологической среды микрорайона Зелёные горки (г.Томск)	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Схематическая карта четвертичных отложений г.Томска	Масштаб 1:2500
СТУДЕНТ	Гриффинштейн Т.И.	<b>3</b>
РУКОВОДИТЕЛЬ	Бракоренко Н.Н.	
ЗАВ. КАФЕДРОЙ	Гусева Н.В.	

# Карта инженерно-геологических условий микрорайона Зелёные горы

Масштаб 1:5000



## Условные обозначения:

### I. Стратиграфо-генетические комплексы

$la Q_{1-III}$  Средне-верхнечетвертичные отложения Томь-Яйского водораздела

### II. Инженерно-геологические элементы

- 1) Суглинок лёгкий пылеватый полутвёрдый
- 2) Суглинок лёгкий пылеватый тугопластичный
- 3) Суглинок лёгкий пылеватый твёрдый
- 4) Суглинок лёгкий пылеватый мягкопластичный
- 5) Суглинок тяжёлый пылеватый мягкопластичный с примесью органических веществ

### III. Прочие обозначения

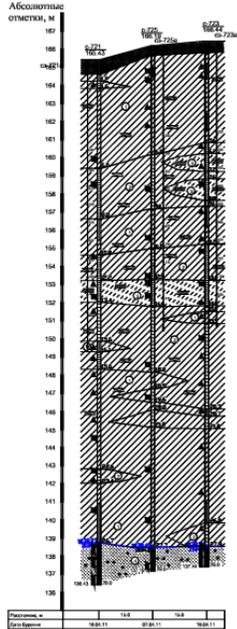
- с-179 / 173.05 Скважина: в числителе номер скважины, в знаменателе - абс. отм. устья
- 150 Изолинии абс.отм., м
- >15м Глубина залегания уровня грунтовых вод, м.
- 1-3м Глубина залегания верховодки, м.
- Граница инженерно-геологического элемента
- Контур здания

Примечания: техногенные отложения с карты сняты  
Автор: Грифинштейн Т.И., 2017г.  
(составлена по материалам ПАО "ТомскТЭСИз")

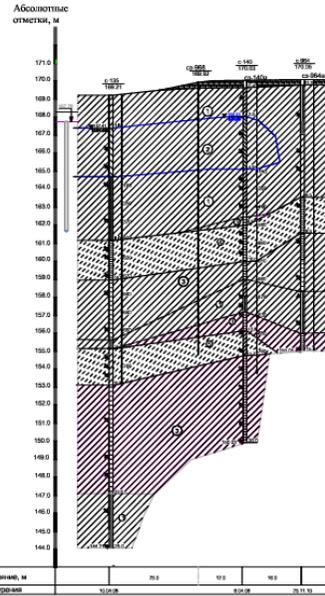
МОиН РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2017г
ИПР	Направление 20.04.02 - Проектирование и разработка	гр.2ВМ51
Выпускная квалификационная работа магистранта		
ТЕМА	Оценка устойчивости геологической среды микрорайона Зелёные горы (г.Томск)	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Карта инженерно-геологических условий	Масштаб 1:5000
СТУДЕНТ	Грифинштейн Т.И.	4
РУКОВОДИТЕЛЬ	Бракоренко Н.П.	
ЗАВ. КАФЕДРОЙ	Гурова ИВ.	

## Инженерно-геологические разрезы

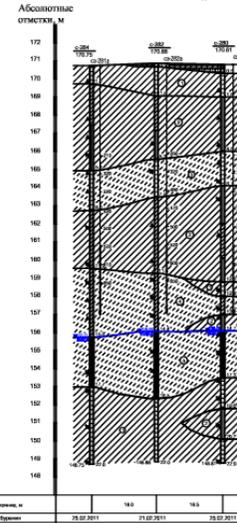
Разрез по линии 1-1 (ул.Нарановича 1Б)



Разрез по линии 1-1 (ул.Нарановича 4)



Разрез по линии 1-1 (ул.Нарановича 13)



### Условные обозначения:



сз-140а Точка статического зондирования, ее номер

730 Предельные сопротивления железобетонной сваи сечением 30х30 см2, в кН, по глубинам, м

800  
с-722 скважина, ее номер  
166.25 абсолютная отметка устья, м

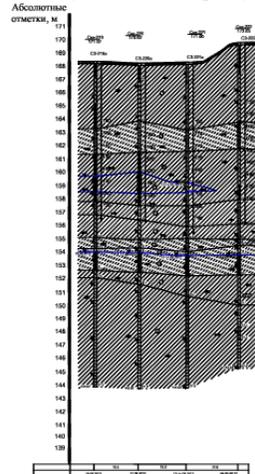
138.45 место отбора образца ненарушенной структуры  
05.06.10 место отбора образца нарушенной структуры  
27.8 Место отбора валовой пробы грунта

27.8 Уровень подземных вод, м  
дата замера, м

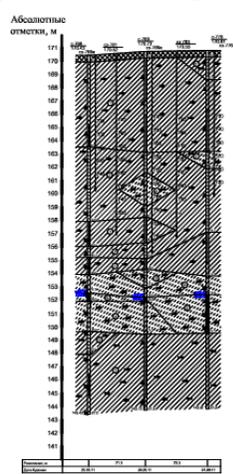
137.25 Литологическая граница, м

29.0 Глубина скважины, м  
Абсолютная отметка м

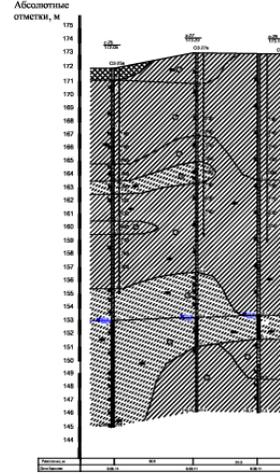
Разрез по линии 1-1 (ул. Архитекторов 5)



Разрез по линии 1-1 (ул.Энтузиастов 41)



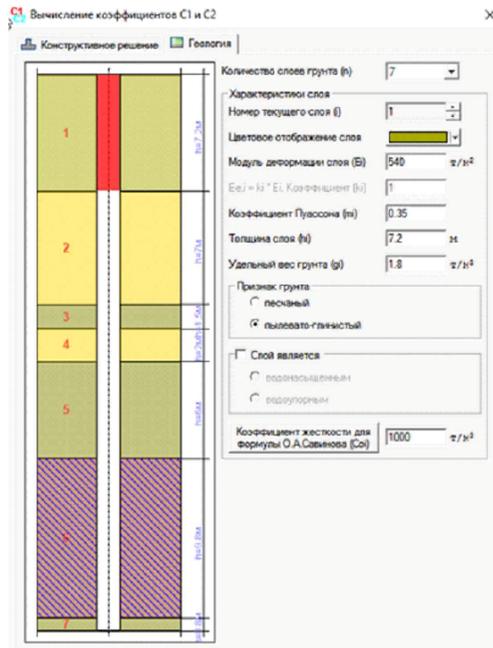
Разрез по линии 1-1 (ул.Энтузиастов 37)



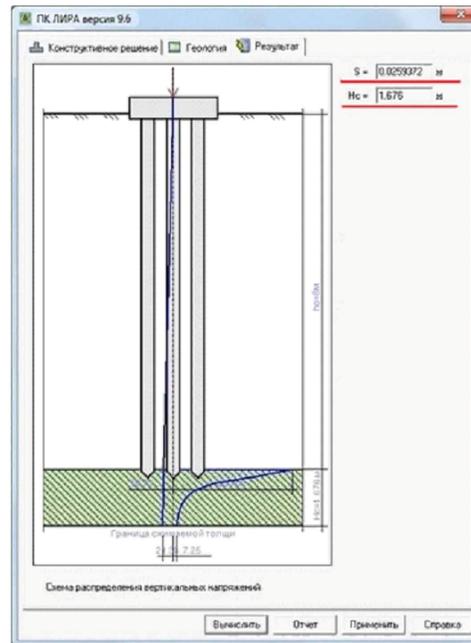
МОиН РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2017г
ИПР	Направление 200402 - Промышленное и жилищное инженерное строительство	гр.2ВМ51
Выпускная квалификационная работа магистранта		
ТЕМА	Оценка устойчивости геологической среды микрорайона Зеленые горы (г. Томск)	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Инженерно-геологические разрезы	
СТУДЕНТ	Гриффинштейн Т.И.	<b>5</b>
РУКОВОДИТЕЛЬ	Бендерова И.И.	
ЗАВ. КАФЕДРОЙ	Гусева Н.Н.	

## Расчёт величины осадки

Ввод данных для расчёта в программном продукте ЛИРА для ИГЭ №1



Расчёт осадки в программном продукте ЛИРА



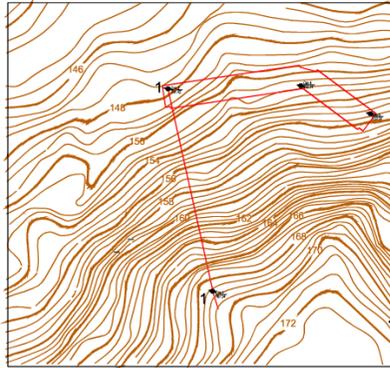
## Основные характеристики грунтов основания

ИГЭ	Наименование	Средняя мощность, м	Удельный вес, т/м³	Модуль деформации, т/м²
1	Суглинок легкий пылеватый мягкопластичный	7.2	1.97	540
2	Суглинок легкий пылеватый полутвердый	2.0	2.02	640
1	Суглинок легкий пылеватый мягкопластичный	1.5	1.97	540
2	Суглинок легкий пылеватый полутвердый	2.0	2.02	640
1	Суглинок легкий пылеватый мягкопластичный	6	1.97	540
3	Супесь песчаная текучая	9.8	1.96	1000
1	Суглинок легкий пылеватый мягкопластичный	0.8	1.97	540

МОиН РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2017г
ИПР	Направление: 200402 - Проектирование и строительство	гр.2ВМ51
Выпускная квалификационная работа магистранта		
ТЕМА	Оценка устойчивости геологической среды микрорайона Зелёные горы (г.Томск)	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Расчёт величины осадки	
СТУДЕНТ	Гриффингейн Т.И.	6
РУКОВОДИТЕЛЬ	Брауэренов Н.П.	
ЗАВ. КАФЕДРОЙ	Гусева НВ.	

# Расчёт коэффициента устойчивости склона

Схема расположения скважин  
Масштаб 1:2000



Условные обозначения:

- Почвенно-растительный слой
- Суглесь
- Суглинок
- Литологическая граница
- Номер инженерно-геологических элементов
- Прослой суглеси

- Консистенция суглинков
- твёрдые
- полутвёрдые
- тугопластичные
- мягкопластичные
- текучепластичные
- текучие
- Консистенция суглеси
- текучие

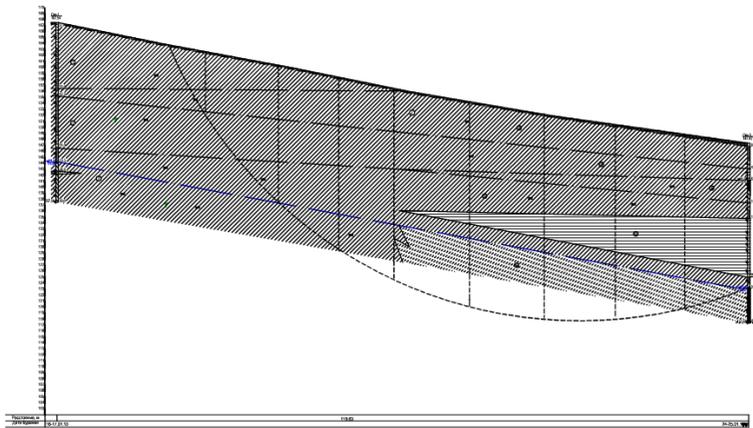
144.5	4.3	Уровень установившихся подземных вод, глубина (м), абсолютная отметка	Дата замера
17.01.2017			
147.74		Уровень установившегося напора подземных вод, абсолютная отметка	Дата замера
11.12.01.2017			
19.7		Литологическая граница	
102.11	30.0	Глубина, абсолютная	отметка слоя, забоя

Прочие обозначения:

- Скважина: в числителе номер скважины, в знаменателе - абс. отм. устья
- Изолинии рельефа, абс.отм., м
- Контур здания
- поверхность скольжения (по методу криволинейной поверхности скольжения)

1-1 линия разреза

Инженерно-геологический разрез по линии 1-1



Расчётные значения физико-механические характеристик грунтов скважины 1

№ скважины	Мощность, м	Расчётные значения характеристик грунтов			γ <sub>ср</sub>	φ <sub>ср</sub>	c <sub>ср</sub>	Средневзвешенные характеристики грунтов		
		γ, кН/м <sup>3</sup>	φ, град	c, кПа				γ <sub>ср</sub> , кН/м <sup>3</sup>	φ <sub>ср</sub> , град	c <sub>ср</sub> , кПа
1	15,7	19,7	22	23,5	210,79	28,4	212,5			
2	1,3	19,3	20	23	25,04	26	26			
1	8,7	19,7	22	23,5	171,39	31,4	284,3			
2	2,3	19,3	20	23	14,30	46	46	15,6	15,7	2,1
3	1,5	19,6	15	12,5	29,4	22,5	16,75			
1	0,5	19,7	22	23,5	3,85	1	1,65			
2	4,7	19,6	15	12,5	32,12	51,7	42,04			

Расчет устойчивости склона по линии 1-1

h, м	h <sub>н</sub> , м	T, м <sup>2</sup>	γ, кН/м <sup>3</sup>	G, кН/м	α, град	tg φ	cos α	G cos α, кН/м	sin α	G sin α, кН/м	T, м	c, кПа	I-c, кН/м
5,8	9,6	55,7	19,6	1091,3	62	0,36	0,47	184,63	0,83	905,8	12,1	24,1	291,6
12,2	22,6	275,7	19,6	5404,1	51	0,36	0,63	1224,65	0,72	3891,0	19,5	24,1	469,9
19,0	28,2	282,0	19,6	5527,2	37	0,36	0,74	1472,45	0,35	3040,0	12,6	24,1	303,7
9,2	30,8	283,4	19,6	5553,9	28	0,36	0,80	1599,51	0,42	2332,6	10,6	24,1	245,4
12,1	33,2	411,7	19,6	8068,9	19	0,36	0,91	2730,53	0,29	2340,0	13,3	24,1	320,5
12,6	33,4	420,8	19,6	8248,5	9	0,36	0,99	2939,73	0,14	1134,8	12,9	24,1	310,9
11,8	31,4	370,5	19,6	7362,2	1	0,36	0,99	2588,25	0,01	-72,6	11,7	24,1	281,9
11,6	28,4	329,4	19,6	6457,0	8	0,36	0,99	2391,28	0,12	-774,8	11,3	24,1	284,4
10,6	23,6	250,3	19,6	4903,1	17	0,36	0,96	1691,53	0,36	-1271,8	11,1	24,1	267,4
								Σ16736,6		Σ13664,6			Σ2778,6

МОиН РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ	2017г
ИПР	Направление 26.04.02 - Проектирование и надзор за работами	гр.26М51
Выпускная квалификационная работа магистранта		
ТЕМА	Оценка устойчивости геологической среды микрорайона Засильные горы (г. Томск)	
СОДЕРЖАНИЕ ЛИСТА	Расчёт коэффициента устойчивости склона	Масштаб 1:200
СТУДЕНТ	Грифонштейн Т.И.	7
РУКОВОДИТЕЛЬ	Браворенко Н.И.	
ЗАВ. КАФЕДРОЙ	Гусева И.А.	